

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b>  <b>C07K 14/00</b>	<b>A2</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 99/52938</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 21. Oktober 1999 (21.10.99)																					
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP99/02463  <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 13. April 1999 (13.04.99)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">198 16 196.4</td> <td style="width: 40%;">14. April 1998 (14.04.98)</td> <td style="width: 30%;">DE</td> </tr> <tr> <td>198 25 585.3</td> <td>9. Juni 1998 (09.06.98)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>198 28 097.1</td> <td>24. Juni 1998 (24.06.98)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>198 31 637.2</td> <td>15. Juli 1998 (15.07.98)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>198 31 639.9</td> <td>15. Juli 1998 (15.07.98)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>198 31 638.0</td> <td>15. Juli 1998 (15.07.98)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>198 43 279.8</td> <td>22. September 1998 (22.09.98)</td> <td>DE</td> </tr> </table>  <b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> HASSAN, Jomaa [DE/DE]; Breslauer Strasse 24, D-35398 Giessen (DE).  <b>(74) Anwalt:</b> PANTEN, Kirsten; Patentanwälte Reichel, Parkstrasse 13, D-60322 Frankfurt am Main (DE).		198 16 196.4	14. April 1998 (14.04.98)	DE	198 25 585.3	9. Juni 1998 (09.06.98)	DE	198 28 097.1	24. Juni 1998 (24.06.98)	DE	198 31 637.2	15. Juli 1998 (15.07.98)	DE	198 31 639.9	15. Juli 1998 (15.07.98)	DE	198 31 638.0	15. Juli 1998 (15.07.98)	DE	198 43 279.8	22. September 1998 (22.09.98)	DE	<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AU, BR, CA, CN, CZ, HU, ID, IL, IS, JP, KR, MX, NO, NZ, PL, SG, SK, TR, US, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>
198 16 196.4	14. April 1998 (14.04.98)	DE																					
198 25 585.3	9. Juni 1998 (09.06.98)	DE																					
198 28 097.1	24. Juni 1998 (24.06.98)	DE																					
198 31 637.2	15. Juli 1998 (15.07.98)	DE																					
198 31 639.9	15. Juli 1998 (15.07.98)	DE																					
198 31 638.0	15. Juli 1998 (15.07.98)	DE																					
198 43 279.8	22. September 1998 (22.09.98)	DE																					
<b>(54) Title:</b> METHOD FOR IDENTIFYING CHEMICAL ACTIVE AGENTS AND ACTIVE AGENTS FOR INHIBITING THE 1-DESOXY-D-XYLULOSE-5-PHOSPHATE BIOSYNTHETIC PATHWAY  <b>(54) Bezeichnung:</b> VERFAHREN ZUR IDENTIFIZIERUNG CHEMISCHER WIRKSTOFFE UND WIRKSTOFFE ZUR HEMMUNG DES 1-DESOXY-D-XYLULOSE-5-PHOSPHAT-BIOSYNTHESEWEGS  <b>(57) Abstract</b>  The invention relates to a method for identifying chemical active agents which are suitable for treating infectious diseases caused by single- or multi-celled parasites. According to the method, proteins which form part of the 1-desoxy-d-xylulose-5-phosphate metabolic pathway or derivatives thereof which act in the same way are brought into contact with the active agents being tested for their effectiveness against parasites and those active agents which inhibit the proteins or their derivatives are selected. The invention also relates to the active agents which are identified and to their use for producing medicaments for treating parasitic infections.  <b>(57) Zusammenfassung</b>  Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auffinden von chemischen Wirkstoffen, die zur Therapie von Infektionskrankheiten geeignet sind, die durch ein- oder mehrzellige Parasiten hervorgerufen werden. Bei diesem Verfahren werden Proteine, die am 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweg beteiligt sind, oder deren gleichwirkende Derivate mit den auf ihre Wirksamkeit gegenüber Parasiten zu untersuchenden Wirkstoffen in Berührung gebracht und die Wirkstoffe, die die Proteine oder deren Derivate inhibieren, ausgewählt. Die Erfindung betrifft ferner die aufgefundenen Wirkstoffe zur Herstellung von Arzneimitteln gegen parasitäre Infektionen.																							

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

Verfahren zur Identifizierung chemischer Wirkstoffe und  
Wirkstoffe zur Hemmung des 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-  
Biosynthesewegs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Identifikation von Wirkstoffen, die zur Behandlung von parasitären Erkrankungen verursacht durch ein- oder mehrzellige Parasiten geeignet sind. Anwendungsgebiete der Erfindung sind die Medizin und die pharmazeutische Industrie. Weiter betrifft die Erfindung Proteine, sowie Teilstücke von Proteinen, ferner DNA-Sequenzen, die diese Proteine bzw. Teilstücke dieser Proteine kodieren, die Verwendung dieser DNA-Sequenzen, dieser Proteine oder ihrer Teilstücke zur Identifizierung von Stoffen mit Wirkung gegen ein- oder mehrzellige Parasiten, sowie die auf diesem Weg identifizierten Wirkstoffe und deren Verwendung zur Herstellung von Arzneimitteln.

Der Begriff Parasiten beinhaltet einzellige Parasiten und mehrzellige Parasiten einschließlich Helminthen und Anthropoden. Diese verursachen Infektionserkrankungen bei Mensch und Tier. Im Sinne dieser Erfindung ist die streng wissenschaftliche Definition von Parasiten anzuwenden, d.h. unter einzelligen Parasiten sind Protozoen zu verstehen.

Es existiert bereits eine Vielzahl von Mitteln gegen parasitäre Erkrankungen. Die vorhandenen Mittel werden durch

die sich rasch entwickelnden Resistenzen gegen diese Mittel bereits unbrauchbar für die Therapie von Mensch und Tier. So sind bereits viele Regionen von Malariaparasiten befallen, die gegen Standard-Medikamente wie Chloroquin resistent sind. Auch sind Berichte über Resistenz-Entwicklung gegen Standard-Mittel (Praziquantel) zur Behandlung der Bilharziose bekannt. Diese Resistenzentwicklungen und andere Faktoren haben dazu geführt, daß Malaria und Bilharziose bereits zu den häufigsten Erkrankungen in den Tropen gezählt werden. Geschätzte 300-500 Millionen Menschen sind an Malaria erkrankt. 2-2,5 Millionen Menschen sterben im Jahr an Malaria. Weiter sind neue Medikamente wie Mefloquin sehr teuer in der Herstellung und sehr nebenwirkungsreich. Es besteht daher ein großer Bedarf an Arzneimitteln zur Therapie von Mensch und Tier.

Es gab in der Vergangenheit viele Ansätze zur Entwicklung von Chemotherapeutika gegen Parasiten, insbesondere gegen Krankheitserreger der Malaria und der Bilharziose. Einer dieser Ansätze befaßt sich mit der Inhibition der sogenannten Isoprenoidbiosynthese. Isoprenoide sind Moleküle, die aus einzelnen Isopreneinheiten (Isopentenylidiphosphat) gebildet werden, und wichtige Funktionen in der Zelle übernehmen. Hierzu gehören Sterole, Ubichinone und andere Moleküle, die für den Haushalt der Parasiten wichtig sind. Die Vorgehensweise basierte hierbei auf einem Modell, das in Pilzen und in Säugerzellen etabliert wurde. In Pilzen und in Säugerzellen entsteht die Untereinheit Isopentenylidiphosphat auf der Basis der Kondensation von drei Molekülen Acetyl-CoA zu HMG-CoA. HMG-CoA wird dann von der HMG-CoA-Reduktase zu Mevalonat umgewandelt, welches dann mit Mevalonat-Phosphat als Zwischenstufe zu Isopentenylidiphosphat umgewandelt wird (siehe Figur 7). Inhibitoren der HMG-

CoA-Reduktase wie zum Beispiel Lovastatin, Simvastatin und Pravastatin wurden zur Inhibition des Wachstums der Parasiten verwendet. Bei Malaria gelang es zwar, unter Anwendung sehr hoher Dosen Lovastatin und Simvastatin eine in vitro Inhibition zu erreichen, jedoch mißlang die Inhibition in vivo. Die Behandlung Schistosoma-infizierter Mäuse mit Lovastatin führte zu einer Inhibition der Eiablage dieser Würmer, jedoch mußten sehr hohe Konzentrationen an Lovastatin aufgewendet werden, um einen Teil der Würmer in vivo zu töten.

Es wurde nun überraschend gefunden, daß Parasiten, insbesondere Plasmodien und Trypanosomen (Verursacher der Malaria und der Schlafkrankheit) zumindest einen weiteren Stoffwechselweg zur Synthese von Isoprenoiden besitzen. Dieser Stoffwechselweg beruht auf einer Kondensation von Glycerinaldehyd-3-Phosphat und Pyruvat zu 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat (DOXP). DOXP wird dann umgewandelt zu 2-C-Methyl-D-erythrose-4-Phosphat, das dann mit 2-C-Methyl-erythrithol-4-Phosphat als Zwischenstufe zu Isopentenyl-diphosphat umgewandelt wird. An diesem Stoffwechselweg sind unter anderem die Enzyme DOXP-Synthase und DOXP-Reduktoisomerase beteiligt (Siehe Figur 7). Dieser Stoffwechselweg war bisher nur in Pflanzen, in Algen und in einigen Bakterien beschrieben worden (Sprenger et al. PNAS, 94 (1997) 12857-62 und Kuzuyama et al. Tetrahedron Letters 39 (1998) 4509-12).

Die Inhibition des oben beschriebenen DOXP-Stoffwechselwegs, insbesondere der Enzyme DOXP-Synthase und DOXP-Reduktoisomerase durch die dem Fachmann bekannten Techniken eignet sich zur Vorbeugung und Behandlung von Infektionen, verursacht durch ein- und mehrzellige Parasiten bei Mensch

und Tier. Da dieser Stoffwechselweg nicht im Menschen vorhanden ist, eignet er sich hervorragend als Ziel für eine gezielte Chemotherapie von Parasiten. Insbesondere eignen sich die Enzyme Desoxyxylulose-5-Phosphat-Synthase und Desoxyxylulose-5-Phosphat-Reduktoisomerase als Ziel für eine Chemotherapie. Besonders nebenwirkungsarm und geeignet zeigte sich die Inhibition des Enzyms Desoxyxylulose-5-Phosphat-Reduktoisomerase von Malaria, da der Mensch weder über Substrate und deren Vorstufen noch über das Produkt des Enzyms noch über das Enzym selbst verfügt.

Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zum Auffinden von Wirkstoffen, die den DOXP-Stoffwechselweg hemmen, und diese Wirkstoffe zur Herstellung von Arzneimitteln für die Therapie und Prophylaxe von Infektionskrankheiten verursacht durch ein- oder mehrzellige Parasiten.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein neues Verfahren zur Identifikation von Wirkstoffen zur Therapie von parasitären Erkrankungen bei Mensch und Tier bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zur Auffindung eines Medikamentes zu entwickeln, das selektiv den Erreger abtötet und nebenwirkungsarm ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 realisiert. Die Erfindungsverfahren und ermittelten Wirkstoffe sind dadurch gekennzeichnet, daß

- die Isoprenoidbiosynthese im sogenannten 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweg gehemmt wird.

Alle beschriebenen Stoffwechselwege sind nicht in Mensch und Tier vorhanden, sondern nur in Pflanzen, Algen, manchen

Eubakterien und in Parasiten, wie zum Beispiel Malariaparasiten; daher zeichnet sich diese Therapie-Strategie als sehr nebenwirkungsarm aus.

Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin Enzyme, die an diesem Stoffwechselweg beteiligt sind, sowie Teilstücke dieser Enzyme. Diese Enzyme sind zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Identifikation von Wirkstoffen geeignete Proteine. Die vorliegende Erfindung betrifft weiter DNA-Sequenzen, die diese Enzyme kodieren, bzw. Teilstücke dieser Enzyme.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und Antikörper zur Identifizierung der Enzyme oder ihrer Teilstücke sowie die Herstellung der Enzyme oder ihrer Teilstücke über rekombinante Technologie.

Die Erfindung betrifft weiter die Verwendung dieser Enzyme oder ihrer Teilstücke, oder die Verwendung der DNA-Sequenzen, die diese Enzyme kodieren, bzw. Teilstücke dieser Enzyme zur Identifizierung von Stoffen mit Wirkung gegen ein- oder mehrzellige Erreger.

Die Erfindung betrifft weiter Wirkstoffe, die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Enzyme aufgefunden werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen genauer beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1a die Nukleotid-Sequenz des Gens, das das Protein 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Reduktoisomerase aus *Plasmodium falciparum* codiert,

Fig. 1b die Nukleotid-Sequenz des Gens, das die 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Synthase aus *Plasmodium falciparum* codiert,

Fig. 2a die Nukleotid-Sequenz des Gens, die 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Reduktoisomerase aus *Plasmodium falciparum* codiert und die entsprechende Aminosäure-Sequenz

Fig. 2b die Nukleotid-Sequenz des Gens, die 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Synthase aus *Plasmodium falciparum* codiert und die entsprechende Aminosäure-Sequenz,

Fig. 3a die Aminosäure-Sequenz des Proteins 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Reduktoisomerase aus *Plasmodium falciparum*,

Fig. 3b die Aminosäure-Sequenz des Proteins 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Synthase aus dem Parasiten *Plasmodium falciparum*,

Fig 4a einen Ausschnitt aus der Nukleotid-Sequenz nach Fig. 1b,

Fig. 4b einen Ausschnitt aus der Nukleotid-Sequenz mit der entsprechenden Aminosäuresequenz nach Fig. 2b,

Fig. 4c einen Ausschnitt aus der Aminosäure-Sequenz nach Fig. 3b,

Fig.5 In-vivo-Daten für die Parasitämie-Werte nach 4-tägiger Therapie mit jeweils drei Dosen der Stoffe:

Formyl, das 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-mononatriumsalz entspricht, und Acetyl, das 3-(N-Acetyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-mononatriumsalz entspricht,

Fig. 6a die Inhibition des Wachstums von *P. falciparum* nach Zugabe von 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-mononatriumsalz (offene Kreise) und 3-(N-Acetyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-mononatriumsalz (geschlossene Kreise) für den Stamm HB3,



Fig. 6b die Inhibition des Wachstums von *P. falciparum* nach Zugabe von 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-mononatriumsalz (offene Kreise) und 3-(N-Acetyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-mononatriumsalz (geschlossene Kreise) für den Stamm A2, und Fig. 6c die Inhibition des Wachstums von *P. falciparum* nach Zugabe von 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-mononatriumsalz (offene Kreise) und 3-(N-Acetyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-mononatriumsalz (geschlossene Kreise) für den Stamm Dd2, und

Fig. 7 den klassischen Acetat/-Mevalonat-Biosyntheseweg im Vergleich zum alternativen DOX-P-Biosyntheseweg.

Mittels genetischer Verfahren wurden die kodierenden Gene der Enzyme DOXP-Synthase, und DOXP-Reduktoisomerase nachgewiesen (Figuren 1a, 1b, 2a, 2b). Nach Anreicherung durch die Polymerase-Ketten-Reaktion aus dem Genom von *P. falciparum* wurden diese Gene in bakteriellen Plasmiden kloniert und ihre Nukleotidsequenz bestimmt. Die Sequenzdaten zeigten eine hohe Homologie dieser Gene mit den entsprechenden Genen aus Algen, Pflanzen und Bakterien. Die sehr hohen Homologien zeigten, daß die drei Gene die Enzyme DOXP-Synthase und DOXP-Reduktoisomerase von *P. falciparum* codieren.

Nach Expression in heterologen Systemen wurden die Enzyme als rekombinante Proteine gereinigt und für Aktivitätsstudien in zellfreien Systemen eingesetzt. Die Aktivität der DOXP-Synthase wurde durch Umsetzung von Glycerinaldehyd-3-Phosphat und Pyruvat zu 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat gemessen. Die Aktivität der DOXP-Reduktoisomerase wurde durch Umsetzung von 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat zu 2-C-Methyl-

D-erythritol-4-Phosphat in Gegenwart von NADPH gemessen. Die Messung der Veränderung der NADPH-Konzentration erfolgt über eine Parametervariation. Dieses Verfahren ist dem Fachmann bekannt.

Die Enzyme können über die sie codierende DNA-Sequenz ( Figuren 1a, 1b, 2a, 2b) und die davon abgeleitete Aminosäuresequenz (Figuren 3a und 3b) definiert werden. Die Enzyme der einzelnen Parasiten können sich jedoch von Parasit zu Parasit unterscheiden. Solche Variationen der Aminosäuren sind in der Regel Aminosäureaustausche. Es kann sich aber auch um Deletionen, Insertionen und Additionen von Aminosäuren zur Gesamtsequenz handeln. Die erfindungsgemäßen Enzyme können - sowohl im Umfang und Art abhängig von der Zelle und Zelltyp, in dem sie exprimiert werden - glycosyliert oder nicht glycosyliert sein.

Die erfindungsgemäßen Enzyme oder Teilstücke dieser Enzyme werden durch Expression der erfindungsgemäßen DNA in geeigneten Expressionssystemen, beispielsweise in Bakterien, insbesondere in *E. coli*, als prokaryontisches Expressionssystem oder in einem eukaryontischen Expressionssystem, insbesondere COS-Zellen oder *Dictyostelium discoideum*, hergestellt.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Nukleinsäuresequenz ist es möglich, im Genom von beliebigen Parasiten die kodierenden Gene oder deren Varianten zu suchen, diese zu identifizieren und die gewünschten kodierenden Gene für die Enzyme zu isolieren. Derartige Verfahren und die hierfür geeigneten Screening-Methoden sind dem Fachmann bekannt.

Durch die Anwendung der rekombinanten Technologie ist es möglich, eine Vielzahl von Varianten von Enzymen oder Teilstücke von Enzymen herzustellen. Derartige Derivate können beispielsweise in einzelnen oder mehreren Aminosäuren durch Substitution, Deletion oder Addition modifiziert sein. Die Derivatisierung kann beispielsweise über site directed mutagenesis (ortsspezifische Mutagenese) erfolgen. Derartige Variationen sind für einen Fachmann ohne weiteres durchführbar. Es muß lediglich sichergestellt sein, daß die charakteristischen Eigenschaften der Enzyme erhalten bleiben. Ein weiterer Gegenstand dieser Erfindung sind deshalb die Enzyme, die am DOXP-Stoffwechselweg beteiligt sind, insbesondere DOXP-Synthase und DOXP-Reduktoisomerase, die

- a) das Produkt einer prokaryontischen oder eukaryontischen Expression einer exogenen DNA sind,
- b) codiert werden von einer Sequenz in Figuren 1a, 1b, 2a und 2b
- c) codiert werden von DNA-Sequenzen, die mit den in Figuren 1a, 1b, 2a und 2b gezeigten DNA-Sequenzen oder Fragmenten dieser DNA-Sequenzen (siehe z.B. Figuren 4a und 4b) im DNA-Bereich, der das reife Protein kodiert, hybridisieren, oder
- d) codiert werden von DNA-Sequenzen, die ohne die Degeneration des genetischen Codes mit den in b) bis c) definierten Sequenzen hybridisieren würden und ein Polypeptid mit derselben Aminosäuresequenz kodieren.

Bevorzugt sind Enzyme, welche von den Nukleotiden aus Figuren 1a, 1b, 2a und 2b oder von DNA-Sequenzen, die aufgrund der Degeneration des genetischen Codes ein Polypeptid mit derselben Aminosäuresequenz codieren würden, codiert werden.

Die beiden erfindungsgemäßen Enzyme (Sequenz in Figuren 3a und 3b) können als neue Prototypen von spezifischen Proteinen ein- und mehrzelliger Parasiten, insbesondere der einzelligen Parasiten angesehen werden.

Ein Gegenstand dieser Erfindung sind Nukleinsäuresequenzen, welche die Enzyme kodieren und ausgewählt sind aus der Gruppe

- a) der in den Figuren 1a, 1b, 2a, und 2b gezeigten DNA-Sequenzen oder deren komplementäre Sequenzen,
- b) Nukleinsäuresequenzen, die mit einer der Sequenzen von a) hybridisieren,
- c) Nukleinsäuresequenzen, die ohne die Degeneration des genetischen Codes mit einer der in a) oder b) genannten Sequenzen hybridisieren würden.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung sind Enzyme aus beliebigen Parasiten, welche im wesentlichen Pyruvat und Glycerinaldehyd-3-Phosphat zu 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat kondensieren (DOXP-Synthase) und 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat zu 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat umsetzen (DOXP-Reduktoisomerase). Diese den Enzymen aus Malaria-Parasiten analogen Enzyme können dadurch erhalten werden, daß mit einer Hybridisierungsprobe, die Enzyme aus Malaria-Parasiten codierende Sequenzen enthält, eine cDNA-Bibliothek oder genomische Bibliothek des entsprechenden Parasiten nach dem Fachmann geläufigen Methoden gescreent wird oder über den Sequenzvergleich der DNA und Proteinsequenz für Enzyme von Malaria-Parasiten mit anderen Parasiten-Enzymen.

Mit Hilfe der Nukleinsäuren können erfindungsgemäße Enzyme in reproduzierbarer Weise in großen Mengen gewonnen werden. Zur Expression in prokaryontischen und eukaryontischen Organismen wird die Nukleinsäure nach dem Fachmann geläufigen Verfahren in geeignete Expressionsvektoren integriert. Vorzugsweise enthält ein solcher Expressionsvektor einen regulierbaren/induzierbaren Promotor. Zur Expression werden diese rekombinanten Vektoren dann nach bekannten Verfahren in geeignete Wirtszellen eingeführt und die transformierten, transfizierten bzw. transduzierten Wirtszellen unter Bedingungen kultiviert, die eine Expression des heterologen Gens ermöglichen. Als Wirtszellen eignen sich prokaryontische Zellen, wie z.B. *E. coli*, und eukaryontische Zellen, insbesondere Hefen (z.B. *Saccharomyces cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Pichia pastoris*), Insektenzellen (z.B. Zelllinien von *Drosophila melanogaster* wie S2-Zellen, *Spodoptera frugiperda*, *Trichoplusia ni*), Wirbeltierzelllinien, vor allem Teratokarzinoma-Zelllinien wie CHO- oder COS-Zellen, und pflanzliche Zelllinien.

Die erfindungsgemäßen Enzyme können auch in transgenen Pflanzen und Tieren (z.B. Mäuse, Schafe, Ziegen, Schweine, Meerschweinchen) exprimiert werden. Das Expressionssystem ist dabei vorteilhafterweise durch dem Fachmann bekannte Techniken so zu gestalten, daß die produzierten Enzyme mit der Milch der Tiere ausgeschieden werden bzw. aus leicht zu gewinnenden Pflanzenteilen (Früchten, Blättern, Blüten, Sproß- und Wurzelteilen) erhalten werden können.

Als Expressionsvektoren für Wirbeltierzelllinien eignen sich besonders Systeme, die von Papillomaviren (z.B. SV40), Retroviren, Sindbisviren, Cytomegaloviren und Vacciniaviren abgeleitet sind. Für Insektenzellen eignet sich besonders

das Baculovirus-System, für Pflanzenzellen Systeme auf der Basis des Ti-Plasmids von *Agrobacterium tumefaciens* und der Beschuß der Zellen mit Nukleinsäure überzogenen Partikeln.

Von besonderer Bedeutung ist die Expression der erfindungsgemäßen Enzyme in Schleimpilzen wie *Dictyostelium discoideum*, *Polysphondylium pallidum* und *Physarum polycephalum*, da ihre Zellen kostengünstig in großen Mengen auf einfachen Medien kultiviert werden können. Die Verwendung von *Dictyostelium discoideum* bietet den weiteren Vorteil, daß dieser Organismus ähnliche Codone für die jeweiligen Aminosäuren benutzt wie *Plasmodium falciparum* und dadurch eine besonders effektive Produktion der erfindungsgemäßen Enzyme erreicht wird. Außerdem sind induzierbare Promotoren (z.B. durch Nahrungsmangel) für Expressionsvektoren für *Dictyostelium discoideum* bekannt. Dadurch kann die Ausbeute an rekombinantem Enzym weiter gesteigert werden.

Für die Expression der erfindungsgemäßen Enzyme eignen sich besonders solche Wirtszellen und Organismen, die keine intrinsischen Enzyme besitzen, die Pyruvat und Glyceraldehyd-3-Phosphat zu 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat kondensieren (DOXP-Synthase) und 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat zu 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat umsetzen (DOXP-Reduktoisomerase). Dies trifft für Archaeobakterien, Tiere, Pilze, Schleimpilze und einige Eubakterien zu. Durch das Fehlen dieser intrinsischen Enzymaktivitäten wird die Detektion und Aufreinigung der rekombinanten Enzyme wesentlich erleichtert. Auch wird es erst dadurch möglich, mit geringem Aufwand die Aktivität und insbesondere die Hemmung der Aktivität der erfindungsgemäßen rekombinanten Enzyme durch verschiedenen Chemikalien und Pharmaka in Rohextrakten aus den Wirtszellen zu messen.

Die Expression der erfindungsgemäßen Enzyme erfolgt vorteilhafterweise dann in eukaryontischen Zellen, wenn post-translatorische Modifikationen und eine native Faltung der Polypeptidkette erreicht werden soll. Außerdem wird in Abhängigkeit vom Expressionssystem bei der Expression genomischer DNA-Sequenzen erreicht, daß Introns durch Spleißen der DNA beseitigt und die Enzyme in der für die Parasiten charakteristischen Polypeptidsequenz produziert werden. Introns codierende Sequenzen können auch durch rekombinante DNA-Technologie aus den zu exprimierenden DNA-Sequenzen beseitigt oder experimentell eingefügt werden.

Die Isolierung des Proteins kann aus der Wirtszelle oder dem Kulturüberstand der Wirtszelle nach dem Fachmann bekannten Verfahren erfolgen. Es kann auch eine in vitro Reaktivierung der Enzyme erforderlich sein.

Zur Erleichterung der Aufreinigung können die erfindungsgemäßen Enzyme oder Teilsequenzen der Enzyme als Fusionsprotein mit verschiedenen Peptidketten exprimiert werden. Dazu eignen sich besonders Oligo-Histidin-Sequenzen und Sequenzen, die von der Glutathion-S-Transferase, Thioredoxin oder Calmodulin-bindenden Peptiden abgeleitet sind. Fusionen mit Thioredoxin-abgeleiteten Sequenzen eignen sich besonders für prokaryontische Expression, da dadurch die Löslichkeit der rekombinanten Enzyme erhöht wird.

Weiterhin können die erfindungsgemäßen Enzyme oder Teilsequenzen der Enzyme als Fusionsprotein mit solchen, dem Fachmann bekannten, Peptidketten exprimiert werden, daß die rekombinanten Enzyme in das extrazelluläre Milieu oder in bestimmte Kompartimente der Wirtszellen transportiert wer-

den. Dadurch kann sowohl die Aufreinigung, als auch die Untersuchung der biologischen Aktivität der Enzyme erleichtert werden.

Bei der Expression der erfindungsgemäßen Enzyme kann es sich als zweckmäßig erweisen, einzelne Codone zu verändern. Dabei ist der gezielte Austausch von Basen in der kodierenden Region auch sinnvoll, wenn die genutzten Codone in den Parasiten abweichend sind von der Codonnutzung im heterologen Expressionssystem, um eine optimale Synthese des Proteins zu gewährleisten. Zudem sind oft Deletionen von nicht-translatierten 5' bzw. 3'-Abschnitten sinnvoll, beispielsweise wenn mehrere destabilisierende Sequenzmotive ATTTA im 3'-Bereich der DNA vorliegen. Dann sollten diese bei der bevorzugten Expression in Eukaryonten deletiert werden. Veränderungen dieser Art sind Deletionen, Additionen oder Austausch von Basen und ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Weiterhin können die erfindungsgemäßen Enzyme unter standardisierten Bedingungen durch dem Fachmann bekannte Techniken durch in vitro-Translation gewonnen werden. Dafür geeignete Systeme sind Kaninchen-Reticulozyten- und Weizenkeim- Extrakte. Auch kann in vitro transskribierte mRNA in Xenopus-Oocyten translatiert werden.

Durch chemische Synthese können Oligo- und Polypeptide hergestellt werden, deren Sequenzen aus der Peptidsequenz der erfindungsgemäßen Enzyme abgeleitet sind. Bei geeigneter Wahl der Sequenzen besitzen derartige Peptide Eigenschaften, die für die vollständigen erfindungsgemäßen Enzyme charakteristisch sind. Derartige Peptide können in großen Mengen hergestellt werden und eignen sich besonders für



Studien über die Kinetik der Enzymaktivität, die Regulation der Enzymaktivität, die dreidimensionale Struktur der Enzyme, die Hemmung der Enzymaktivität durch verschiedene Chemikalien und Pharmaka und die Bindungsgeometrie und Bindungsaffinität verschiedener Liganden.

Vorzugsweise wird zur rekombinanten Herstellung der erfindungsgemäßen Enzyme eine DNA mit den Nukleotiden aus den in den Figuren 1a, 1b, 2a und 2b dargestellten Sequenzen oder ein Fragment gemäß den Figuren 4a und 4b verwendet.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung sind Verfahren zur Gewinnung der Enzyme, die beteiligt sind am DOXP-Stoffwechselweg, insbesondere die Enzyme DOXP-Synthase und DOXP-Reduktoisomerase durch Isolierung aus den Parasiten. Die Isolierung der Enzyme erfolgt aus Parasiten-Extrakten über chromatographisch, elektrophoretische und andere dem Fachmann bekannte Verfahren. Die Enzyme werden mittels Messung der jeweiligen enzymatischen Aktivität oder Reaktivität mit entsprechenden Antikörpern ermittelt.

Der Nachweis von transformierten, transfizierten bzw. transduzierten Wirtszellen, welche die Enzyme rekombinant produzieren, sowie die Aufreinigung des Proteins erfolgen vorzugsweise über Antikörper, die an diese Enzyme binden. Derartige Antikörper sind mit Hilfe der erfindungsgemäßen Enzyme oder Teile der Enzyme als Antigen oder Immunogen in einfacher Weise nach bekannten Verfahren erhältlich.

Mit den erfindungsgemäßen Antikörpern gegen die Proteine können beispielsweise durch Western-Blotting-Analysen homologe bzw. kreuzreagierende Proteine anderer Parasiten detektiert werden.

Ein weiterer Gegenstand dieser Erfindung sind Methoden zur Bestimmung der enzymatischen Aktivität der DOXP-Enzyme, insbesondere der Enzyme DOXP-Synthase und DOXP-Reduktoisomerase. Dies kann nach den bekannten Anleitungen bestimmt werden (Sprenger et al. PNAS, 94 (1997) 12857-62 und Kuzuyama et al. Tetrahedron Letters 39 (1998) 4509-12). Hierbei wird die Kondensation von Pyruvat und Glyceraldehyd-3-Phosphat zu 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat (DOXP-Synthase) und die Umwandlung von 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat zu 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat (DOXP-Reduktoisomerase) detektiert. Ein weiterer Gegenstand dieser Erfindung ist die Verwendung dieses Meßverfahren zur Ermittlung von Stoffen, die die Aktivität der jeweiligen Enzyme inhibieren.

Durch die Anwendung der rekombinanten Technologie ist es möglich, eine Vielzahl von Varianten von Enzymen oder Teilstücken von Enzymen herzustellen. Derartige Derivate können beispielsweise modifiziert sein in einzelnen oder mehreren Aminosäuren durch Substitution, Deletion oder Addition. Die Derivatisierung kann beispielsweise über site directed mutagenesis (ortsspezifische Mutagenese) erfolgen. Derartige Variationen sind für einen Fachmann ohne weiteres durchführbar. Es muß lediglich sichergestellt sein, daß die charakteristischen Eigenschaften der Enzyme erhalten bleiben.

Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Enzyme und ihrer Homologen können neue spezifische Wirkstoffe gegen Parasiten gefunden werden.

Insbesondere können die oben beschriebenen Detektions-Methoden in geeigneten Testkits zum Screening auf antipara-

sitäre Wirkung von Stoffen verwendet werden. Hierzu gehören Methoden, die dem Fachmann bekannt sind und sich zum Screening von Naturstoffen aus Flora und Fauna, aus Pflanzen, Algen, Bakterien oder Tieren eignen, und deren Derivate, chemischen Bibliotheken, auch Bibliotheken, die mittels dem Fachmann bekannter Techniken, einschließlich der kombinatorischen Chemie erstellt wurden (Pindur et al. Pharmazie in unserer Zeit 26 (1997) 24-30; Broach et al. Nature 384 (1997) 14-6; Lack et al. Chimia 50 (1996) 445-7; Czarnik und Ellmann Accounts of chemical research 29 (1996); Chemical and engineering News 74 (1996) 28-73; Lorin et al. Chemical reviews 96 (1996) 555-600; Weber et al. Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium 42 (1994) 698-702).

Die vorliegende Erfindung betrifft auch die Verwendung von Proteinen oder Teilstücken dieser Proteine, hierzu gehören Proteine oder Teilstücke von Proteinen mit oder auch ohne enzymatischer Aktivität in dem Fachmann bekannten Techniken zur Ermittlung von Strukturen des Proteins, insbesondere die Charakterisierung der Bindungsstellen, die sich für die Entwicklung von Mitteln mit inhibierender Wirkung auf die enzymatische Aktivität eignen.

Wirkstoffe die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Proteine aufgefunden werden, sind für die Medizin und der Tiermedizin von hohem Interesse.

Die Wirkstoffe, die mit Hilfe der erfindungsgemäßen Proteine gefunden werden, eignen sich bei günstiger Warmblütertoxizität zur Bekämpfung von pathogenen Parasiten, die bei Menschen und in der Tierhaltung und Tierzucht bei Nutz-, Zucht-, Zoo-, Labor-, Versuchs- und Hobbytieren vorkommen.

Sie sind dabei gegen alle oder einzelne Entwicklungsstadien der Schädlinge, sowie gegen resistente und normal sensible Parasiten wirksam. Durch die Bekämpfung der Parasiten sollen Krankheiten, Todesfälle und Leistungsminderungen (z.B. bei der Produktion von Fleisch, Milch, Wolle, Häuten, Eiern usw.) vermindert werden, so daß der Einsatz der Wirkstoffe eine wirtschaftlichere und einfachere Tierhaltung möglich ist.

Unter Verwendung dieser erfindungsgemäßen Verfahren einschließlich der etablierten Assays (Ansätze) konnte gezeigt werden, daß die Aktivität der DOXP-Reduktoisomerase durch 3-(N-acetyl-N-hydroxyamino)propylphosphonat und derivative 3-(N-formyl-N-hydroxyamino)propylphosphonat (fosmidomycin) gehemmt wird. Beide Substanzen stammen aus einer chemischen Library von Acylhydroxylaminoalkylphosphonsäurederivaten. Diese Verbindungsgruppe wurde in der Vergangenheit als herbizid und als bakterizid beschrieben (US 4693742, DE2733658). Hier zeigte sich die Effizienz des Systems für das Auffinden von antiparasitären Wirkstoffen. Die Ergebnisse aus den Enzymassays konnten auch in der Malariakultur (siehe Beispiele) und im Tierversuch (siehe Beispiele) bestätigt werden. Die mittels dieser Enzymassays ermittelten Inhibitoren konnten das Wachstum von Malariaparasiten in vitro und in vivo hemmen. Eine Behandlung der Tiere über einem Zeitraum von 8 Tagen zeigte eine Heilung der Tiere. Hier zeigte die Acetylform eine dreifach höhere Wirksamkeit als die Formylform. Dieses Ergebnis ist sehr überraschend, da wesentlich höhere (bis zu 1000x) Konzentrationen 3-(N-acetyl-N-hydroxyamino)propylphosphonat benötigt werden, um das Bakterienwachstum zu hemmen.

Damit sind das erfindungsgemäße Verfahren zur Identifizie-

zung von Wirkstoffen und die erfindungsgemäßen Wirkstoffe zur therapeutischen und prophylaktischen Behandlung von Infektionen bei Mensch und Tier geeignet, die durch Parasiten, Pilze oder Viren hervorgerufen werden. Die Verbindungen sind als Prophylaxe gegen sowie zur Behandlung von Infektionen, hervorgerufen durch Erreger der Malaria und der Schlafkrankheit sowie der Chagas-Krankheit, der Toxoplasmose, der Amöbenruhr, der Leishmaniosen, der Trichomoniasis, der Pneumozystose, der Balantidiose, der Kryptosporidiose, der Sarkozystose, der Akanthamöbose, der Naeglerose, der Kokzidiose, der Giardiose und der Lambliose geeignet.

Die erfindungsgemäßen Verfahren und erfindungsgemäßen Wirkstoffe eignen sich besonders zur Behandlung der Malaria, der Schlafkrankheit und der Leishmaniosen.

Die erfindungsgemäßen Wirkstoffe eignen sich auch zur Inhibition des Stoffwechselwegs von Bakterien, und von Pflanzen. Damit eignen sich Substanzen, die erfindungsgemäß als Inhibitoren des DOXP-Stoffwechselweges identifiziert werden, auch zur Anwendung als Herbizide und zur Anwendung bei der Behandlung von bakteriellen Infektionen bei Mensch und Tier.

Zu den für eine Behandlung geeigneten Nutz- und Zuchttieren gehören Säugetiere, wie z.B. Rinder, Pferde, Schafe, Schweine, Ziegen, Kamele, Wasserbüffel, Esel, Kaninchen, Salz- und Süßwasserfische, wie z. B. Forellen, Karpfen und Aale. Zu den geeigneten Labor- und Versuchstieren gehören Mäuse, Ratten, Meerschweinchen, Goldhamster, Hunde, Katzen und Schweine. Zu den geeigneten Hobbytieren gehören Hunde und Katzen. Die Anwendung kann sowohl prophylaktisch als auch therapeutisch erfolgen. Die Anwendung der Wirkstoffe

erfolgt direkt oder in Form von geeigneten, dem Fachmann bekannten Zubereitungen wie enteral, parenteral, dermal oder nasal.

Die erfindungsgemäßen Wirkstoffe können in Kombination mit allen dem Fachmann bekannten Antiinfektiva verwendet werden. Hierzu gehören Substanzen, die antibakterielle, antiparasitäre, antivirale oder fungizide Wirkungen haben. Hierzu gehören Antiinfektiva, die in der Roten Liste und in der Fachliteratur (Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie von Forth et al. BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim 1998; Antibiotikatherapie von Simon und Stille, Schattauer-Verlag, Stuttgart 1993) aufgeführt sind.

Da einige Parasiten sowohl über dem Mevalonat-Stoffwechselweg, als auch über dem DOXP-Stoffwechselweg verfügen, betrifft die Erfindung weiter die Kombination von Inhibitoren des DOXP-Stoffwechselweges mit Mitteln, die den Fettstoffwechselweg inhibieren, einschließlich Inhibitoren der Synthese oder der Aufnahme von Lipiden, insbesondere Inhibitoren des Mevalonat-Stoffwechselweges. Hier seien insbesondere die Inhibitoren der Enzyme HMG-CoA-Synthase und Inhibitoren der HMG-CoA-Reduktase genannt. Zu den Inhibitoren der HMG-CoA-Reduktase zählen insbesondere Lovastatin und Derivate, Mevastatin und Derivate, Compactin und Derivate, Simvastatin und Derivate, Pravastatin und Derivate, Atorvastatin und Derivate, Fluvastatin und Derivate und Cerivastatin und Derivate.

Beispiel 1

Expressionsklonierung des die DOXP-Reductoisomerase codierenden Gens von *P. falciparum*.

Die Klonierung des die DOX-Reductoisomerase von *P. falciparum* codierenden Gens erfolgte durch PCR-Amplifikation der entsprechenden Sequenzen von genomischer DNA als Matrize. Zur Gewinnung von genomischer DNA wurde der *P. falciparum*-Stamm HB3 nach der Kerzentopf-Methode kultiviert (Tranger und Jensen (1976), Science 193, 673-675). Als Kulturmedium wurde RPMI 1640 (mit HEPES und L-Glutamin, Gibco) mit 10 % humanem Serum, 0.3 µg / ml Gentamycin und 0.1 mM Hypoxanthin supplementiert und mit humanen Erythrozyten ein Hämatokrit von 5 % eingestellt. Für die Präparation der DNA wurden 15 Kulturschalen mit je 35 ml Kulturvolumen bei ca. 4 % Parasitämie verwendet. Die infizierten Erythrozyten wurden durch Zentrifugation geerntet und zweimal in Trager-Puffer (57 mM NaCl, 58 mM KCl, 1 mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 7 mM K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 11 mM NaHCO<sub>3</sub>, 14 mM Glucose) gewaschen. Die Parasiten wurden aus den Erythrozyten freigesetzt, indem das Zellsediment mit einem 10fachen Volumen 1 %iger Saponinlösung in Trager-Puffer für 5 min auf Eis lysiert wurde (modifiziert nach Kilejian (1979), Proc. Natl. Acad. Sci. USA 76, 4650-4653). Die freien Parasiten wurden zweimal durch Zentrifugation (10 min, 10.000 rpm, 4 °C) mit einer Lösung von 1 % BSA in Trager-Puffer gewaschen. Die DNA-Präparation aus den gewonnenen freien Parasiten erfolgte nach Standardprotokollen. Zunächst wurden die Parasiten mit Proteinase K verdaut. Dann wurde der Ansatz viermal mit Phenol / Chloroform extrahiert, die DNA-Lösung über Nacht gegen TE dialysiert und anschließend mit Isopropanol präzipitiert. Für die PCR-Amplifikation wurden folgende Primer verwendet:

PfYAEMfor 5'-CTGAATTTTCATATTACAAAATTAATAGATG-3'

PfYAEMrev 5'-GTACTATGAAGAATTATGTTTGTGTATAT-3'.

Für die PCR-Reaktion wurde folgender Ansatz verwendet:

3 µl 10 x PCR-Puffer  
2,4 µl 25 mM MgSO<sub>4</sub>  
2,4 µl 2,5 mM dNTP  
2 µl Matrizen-DNA (0,2 µg / ml)  
2 µl Primer 1 (7,5 µM)  
2 µl Primer 2 (7,5 µM)  
0.2 µl Taq-Polymerase (5 U / µl)  
16 µl H<sub>2</sub>O

Die Amplifikation erfolgte mit folgendem Profil:

3 Zyklen:        96°C 1 min  
                 48°C 1 min  
                 72°C 3 min  
32 Zyklen:       95 °C 40 sec  
                 48°C 1 min  
                 72°C 3 min

Nach dem letzten Zyklus wurde der Ansatz zur vollständigen Verlängerung aller Produkte noch 10 min bei 72°C inkubiert. Das PCR-Produkt von 4 derartigen Ansätzen wurde vereinigt und über ein 0.7 %iges Agarosegel gereinigt. Die Elution der DNA aus dem Agaroseblöckchen erfolgte mit dem „Kit for DNA extraction“ (Millipore, Kat. Nr. S667). Die eluierte DNA wurde mit Ethanol präzipitiert und in 10 µl H<sub>2</sub>O aufgenommen. Anschließend wurde das PCR-Produkt nach den Vorschriften des Herstellers mit dem TA-cloning kit (Invitrogen) kloniert. Dabei wurden 20 mg insert-DNA für einen Ligationsansatz verwendet. Bakterienkolonien, die das ge-



wünschte rekombinante Plasmid trugen, wurden durch analytische Plasmidpräparation und EcoR I- Verdau der Plasmide identifiziert. Die klonierten PCR-Produkte wurden dann unter Verwendung von Standard- Forward- und Reverse-Primern sequenziert; die Sequenzen wurden mit der Technik des Primer Walkings vervollständigt.

Für die Expression in COS-7- Zellen wurde ein PCR-Produkt, das in der entsprechenden Orientierung im pCR2.1-Vektor vorlag, in den Expressionsvektor pBK-CMV (Stratagene) umkloniert. Die Umklonierung erfolgte dabei über die Schnittstellen der Restriktionsenzyme Not I und BamH I, die im Polylinker beider Vektoren vorkommen. Für die Transfektion der COS-7-Zellen wurde der Expressionsvektor mit dem PCR-Produkt als Insert über Anionenaustausch-Chromatographie (Qiagen) im präparativen Maßstab hergestellt.

Alle für die Klonierung verwendeten Methoden sind ausführlich beschrieben in J. Sambrook, E.F. Fritsch, T. Maniatis (1989), Molecular cloning: a laboratory manual, 2nd edition, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, USA.

Die COS-7-Zellen wurden in DMEM-Medium mit 10 % FCS unter Standardbedingungen kultiviert. Pro Zellkulturflasche wurden 30 ml Kulturmedium berechnet. Für die Transfektion wurden Zellen bei ca. 50 % Konfluenz verwendet, die am Vortag frisch gesplittet worden waren. Als Transfektionsreagenz wurde DOTAP (Boehringer) verwendet. 40 µl DNA-Lösung (0,5 µg / ml) wurden mit 110 µl 20 mM HEPES (pH 7,4) gemischt. Außerdem wurden 100 µl DOTAP mit 230 µl 20 mM HEPES (pH 7,4) in einem Polystyrol-Reaktionsgefäß gemischt. Dann wurde die DNA-Lösung zu der DOTAP-Lösung zupipettiert und 15 min bei Raumtemperatur inkubiert. Anschließend wurde der Ansatz mit 20 ml Kulturmedium gemischt und das Medium der COS-7-Zellen durch dieses Gemisch ersetzt. Am folgenden Tag

wurden die Zellen mit frischem Medium in neue Zellkulturflachen transferriert. Nach weiterer 48stündiger Inkubation wurden die transfizierten COS-7-Zellen geerntet. Dazu wurden die Zellen abgeschabt und dreimal durch Zentrifugation in Assay-Puffer (100 mM TrisHCl (pH 7,5), 1 mM MnCl<sub>2</sub>) gewaschen. Die Zellen wurden in einem minimalen Volumen Assay-Puffer resuspendiert und durch dreimaliges Einfrieren (in flüssigem Stickstoff) und Auftauen aufgeschlossen. Zellfragmente wurden in einem 1.5 ml Reaktionsgefäß abzentrifugiert (13 000 rpm, 10 min, 4 °C) und der Überstand direkt für die Messung der Enzymaktivität oder zur Aufreinigung des Enzyms verwendet.

## Beispiel 2

Reinigung der rekombinanten DOXP-Reductoisomerase von *P. falciparum*

Zur genaueren Charakterisierung wurde die in COS-7-Zellen exprimierte rekombinante DOXP-Reductoisomerase von *P. falciparum* zur weitgehenden Homogenität aufgereinigt. Die Reinigung erfolgte über einen affinitätschromatographischen und einen gelpermeationschromatographischen Schritt.

Zur Herstellung einer geeigneten Affinitätschromatographie-Säule wurden zunächst Antikörper gegen die DOXP-Reductoisomerase von *P. falciparum* hergestellt. Dazu wurden aus der von der DNA-Sequenz abgeleiteten Aminosäuresequenz solche Abschnitte ausgewählt, für die eine besonders hohe antigene Wirkung vorausgesagt werden konnte. Entsprechende Peptide wurden synthetisiert und für die Immunisierung von Kaninchen eingesetzt. Die Qualität der erhaltenen Antiseren wurde sowohl anhand ihrer Reaktivität mit den synthetischen

Peptiden, als auch durch Western blot-Analysen bestätigt. Für die Western blot-Analysen (BM Western Blotting Kit, Boehringer) wurden Extrakte aus *P. falciparum* und rekombinanten COS-Zellen verwendet.

Zur Herstellung der Affinitätschromatographie-Säule wurde das Antiserum zur Beseitigung niedermolekularer Amine gegen PBS dialysiert. Die Antikörper wurden dann an Protein A-Sepharose gebunden und durch Cross-linking mit DMP kovalent gekoppelt (IgG Orientation Kit, Pierce). Der Proteinextrakt wurde wie in Beispiel 1 beschrieben aus 55 Zellkulturflächen mit transfizierten COS-7-Zellen gewonnen und auf die mit Assay-Puffer äquilibrierte Säule geladen. Nach exzessivem Waschen mit Assay-Puffer wurde die Säule mit Elutions-Puffer (100 mM GlycinHCl (pH 2,8), 0.4 % CHAPS) eluiert. Das Eluat wurde sofort mit 1 M TrisHCl (pH 7,5) neutralisiert. Die Hauptfraktionen wurden durch Western blot-Analyse identifiziert. Dazu wurden für die Detektion biotinylierte Antikörper verwendet, um eine Störung durch von der Säule in geringer Menge eluierte Antikörper zu vermeiden. Die Hauptfraktionen wurden vereinigt, gegen Assay-Puffer dialysiert und durch Ultrafiltration (30 kDa, Amicon) konzentriert. Die weitere Reinigung erfolgte durch Gelpermeationsschromatographie (Superdex 200, Pharmacia) mit Assay-Puffer als Start- und Elutions-Puffer. Die Hauptfraktionen wurden wie oben beschrieben identifiziert, vereinigt und konzentriert, mit 20 % Glycerin versetzt und bei -70°C eingefroren. Durch SDS-PAGE (12 % Acrylamid) unter reduzierenden Bedingungen und Silberfärbung (Gelcode Colour Silver Stain Kit, Pierce) wurde die gereinigte DOXP-Reductoisomerase von *P. falciparum* als einheitliche Bande bei 54 kDa dargestellt.

### Beispiel 3

## Bestimmung der Aktivität des gereinigten Enzyms und Screening nach Inhibitoren

Die DOXP-Reductoisomerase-Aktivität des gereinigten Enzyms wurde in einem *in vitro*-Versuchssystem bestätigt. Für einen typischen Versuchsansatz wurden 100 µl Assay-Puffer mit 0,3 mM NADPH, 0,3 mM DOXP und 10 µg rekombinantem Enzym verwendet. Die Reaktion wurde durch die Zugabe von DOXP zum kompletten Ansatz gestartet. Die Oxidation von NADPH wurde photometrisch bei 340 nm in Mikroquarzküvetten bei 37°C verfolgt. Dieses Versuchssystem wurde verwendet, um die Inhibition der rekombinanten DOXP-Reductoisomerase von *P. falciparum* durch verschiedene Substanzen zu zeigen. Nach Zugabe von 1 µM 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propylphosphonsäure-mononatriumsalz und 1 µM 3-(N-Acetyl-N-hydroxylamino)-propylphosphonsäure-mononatriumsalz zum Reaktionsansatz war keine Veränderung der Absorption bei 340 nm zu beobachten. Unter diesen Bedingungen wurde die DOXP-Reductoisomerase von *P. falciparum* vollständig inhibiert.

### Beispiel 4

#### Test der Wirksamkeit der Substanzen gegen Malaria *in vivo*

Die verschiedenen Derivate wurden nach dem modifizierten Peters' Test getestet. Die Substanzen wurden dabei in einem Viertel der halblethalen Dosis (LD50) appliziert. Bei dem Versuchsansatz wurden zehn Mäuse mit *Plasmodium vinckei*, dem Erreger der Mäusemalaria, infiziert. Nach Bestätigung der Infektion durch Blutuntersuchung erfolgte die Behandlung in vier Mäusen. Als Kontrolle dienten sechs Mäuse, die nicht behandelt wurden. Die Behandlung mit 1-1000 mg/kg/d ,

3-(N-Formyl-N-Hydroxylamino)-propylphosphonsäuremononatriumsalz über 3 Tage führte zu einer Abtötung der Parasiten im Blut der Mäuse. Die behandelte Gruppe war bereits nach einem Tag frei von lebenden Parasiten. Die Kontrollmäuse mußten am Tag 5 nach Infektion bei einer Parasitämie von > 80% getötet werden. Die behandelten Mäuse waren auch 8 Wochen nach Behandlungsende immer noch frei von Parasiten. Weitere Experimente zeigten eine Wirksamkeit von 50 mg/kg/d 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-monomatriumsalz in Mäusen mit einer Parasitämie von 80%. Auch diese Mäuse waren nach 1 Tag frei von lebenden Parasiten. Die weiteren Ergebnisse für 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-monomatriumsalz und 3-(N-Acetyl-N-hydroxylamino)-propyl-phosphonsäure-monomatriumsalz sind in Figur 5 dargestellt.

#### Beispiel 5

Schutzwirkung vor Malaria beim Versuch mit infizierten Mäusen

Die Wirksamkeit der Verbindungen in vivo gegenüber Malaria wurde unter Heranziehen von 20 bis 25 g schweren männlichen Mäusen (BALB/c-Stamm) getestet. Einen Tag vor der Infektion wurden vier Mäuse intraperitoneal mit 50 mg/kg 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propylphosphonsäure-monomatriumsalz behandelt. Die Mäuse wurden dann mit *Plasmodium vinckei* infiziert. Mäuse, die nicht mit der Substanz vorbehandelt wurden, dienten als Kontrolle. Es konnte in den behandelten Mäusen keine Infektion nachgewiesen werden, während die Kontrollmäuse nach 5 Tagen mit einer Parasitämie über 80% getötet werden. Die behandelten Mäuse waren auch 8 Wochen nach der Infektion frei von Parasiten.

## Beispiel 6

In vitro Inhibition des Wachstums von Malaria Parasiten  
Zum Prinzip der IC<sub>50</sub>-Bestimmung (die Konzentration, bei der die Vitalität der Parasiten um die Hälfte reduziert wird)

Zur Bestimmung der IC<sub>50</sub>-Werte werden die Malariaparasiten zunächst für einen vollständigen 48-Stunden-Zyklus in Gegenwart von Inhibitoren kultiviert, in den anschließenden 24 Stunden wurde die Überlebensrate durch [<sup>3</sup>H]-Hypoxanthin-Einbau gemessen. Auf einer Mikrotiterplatte wird eine Verdünnungsreihe von 3-(N-Formyl-N-hydroxylamino)-propylphosphonsäuremononatriumsalz in 10-fach konzentrierten 20- $\mu$ l-Aliquots vorgelegt. Dann werden zu jedem Well 180  $\mu$ l Parasitensuspension in Kulturmedium zugefügt. Es werden asynchrone Kulturen mit ca. 0,4% Parasitämie und 2 % Hämatokrit verwendet. Anschließend werden die Mikrotiterplatten für 48 h inkubiert. Dann werden zu jedem Well 30  $\mu$ l [<sup>3</sup>H]-Hypoxanthin zugefügt. Nach 24-stündiger Inkubation wurden die Zellen geerntet und die inkorporierte Radioaktivität wurde gemessen. In den Figuren 6a, 6b und 6c sind die Ergebnisse mit den Stämmen HB3, A2 und Dd2 mit bekannten Resistenzen gegen andere Malaria-Medikamente dargestellt. In beiden Stämmen ergibt sich ein IC-50-Wert von unter 0,5  $\mu$ M. Die Resistenzen dieser Stämme sind:

*Plasmodium falciparum* HB3 (Honduras) ist gegen Pyrimethamin resistent.

*Plasmodium falciparum* Dd2 (Indochina) ist gegen Cloroquin, Chinin, Pyrimethamin, Cycloguanil und Sulfadoxin resistent.

*Plasmodium falciparum* A2 (Gambia) ist gegen Chloroquin und Cycloguanil resistent.

Es wurden keine Kreuzresistenzen mit Anti-Malaria-Mitteln gefunden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Auffinden von chemischen Wirkstoffen, die zur Therapie von Infektionskrankheiten, hervorgerufen durch ein- oder mehrzellige Parasiten geeignet sind, dadurch gekennzeichnet, daß man Proteine, die am 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweg beteiligt sind, oder deren gleichwirkende Derivate mit den auf ihre Wirksamkeit gegenüber Parasiten zu untersuchenden Wirkstoffen in Berührung bringt und die Wirkstoffe, die die Proteine oder deren Derivate inhibieren, auswählt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Proteine an mindestens einem der folgenden Schritte a)-i),
  - a) Umsetzung von Glycerinaldehyd und Pyruvat zu 1-Desoxy-D-xylulose,
  - b) Umsetzung von Glycerinaldehyd-3-Phosphat und Pyruvat zu Isopentenylidiphosphat,
  - c) Bildung von 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat,
  - d) Umsetzung von Glycerinaldehyd-3-Phosphat und Pyruvat zu 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat,
  - e) Umsetzung von 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat
  - f) Bildung von 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat,
  - g) Umsetzung von 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat zu 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat,
  - h) Umsetzung von 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat,
  - i) Umsetzung von 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat zu Isopentenylidiphosphatbeteiligt sind.



3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoff die Produktion der beteiligten Enzyme oder der beteiligten Co-Faktoren, insbesondere den Umsatz des Enzyms 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Synthase oder 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Reduktoisomerase hemmt, oder den Abbau der beteiligten Enzyme oder beteiligten Co-Faktoren fördert.
4. Protein mit oder ohne 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Synthase Aktivität, welches am 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweg beteiligt ist und a) codiert wird von der in Figur 1b und 2b gezeigten DNA-Sequenz oder b) codiert wird von DNA-Sequenzen, die mit den in Figur 1b oder 2b gezeigten DNA-Sequenzen oder Fragmenten dieser DNA-Sequenzen im DNA-Bereich, der für das reife Protein codiert, hybridisieren.
5. Protein mit oder ohne 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Reduktoisomerase Aktivität, das am 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweges beteiligt ist, dadurch gekennzeichnet, daß es a) codiert wird von der in Figur 1a und 2a gezeigten DNA-Sequenz oder b) codiert wird von DNA-Sequenzen, die mit den in Figur 1a oder 2a gezeigten DNA-Sequenzen oder Fragmenten dieser DNA-Sequenzen im DNA-Bereich, der für das reife Protein codiert hybridisieren.
6. Protein nach den Ansprüchen 4 oder 5 und weitere Proteine, die am 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweges beteiligt sind, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus den Kulturüberständen von Parasiten oder aus den aufgeschlossenen Parasiten durch Aufreini-

gung über chromatographische und elektrophoretische Techniken erhältlich sind.

7. Protein nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß es a) das Produkt einer prokaryontischen oder eukaryontischen Expression einer exogenen DNA ist, b) codiert wird von den Sequenzen 1a, 1b, 2a oder 2b oder codiert wird von DNA-Sequenzen, die mit den in den Figuren 1a, 1b, 2a oder 2b gezeigten DNA-Sequenzen oder Fragmenten dieser DNA-Sequenzen im DNA-Bereich, der das reife Protein codiert, hybridisieren, oder c) codiert wird von DNA-Sequenzen, die ohne Degeneration des genetischen Codes mit den in b) definierten Sequenzen hybridisieren würden und für ein Polypeptid mit entsprechender Aminosäuresequenz codieren.
8. Protein gemäß einem der vorangehenden Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß es aus den Aminosäuren der Sequenzen 2a, 2b, 3a oder 3b besteht.
9. Protein nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Protein 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Synthase oder 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Redukto-isomerase ist.
10. Nukleinsäure, welche ein Protein gemäß einem der Ansprüche 4 bis 9 codiert, dadurch gekennzeichnet, daß sie ausgewählt ist aus der Gruppe a) der in den Figuren 1a, 1b, 2a, 2b gezeigten DNA-Sequenzen oder der komplementären DNA-Sequenzen, b) Nukleinsäuresequenzen, die mit der Sequenz von a) hybridisieren, c) Nukleinsäuresequenzen, die ohne die Degeneration des genetischen Codes mit ei-

ner der in a) oder b) genannten Sequenzen hybridisieren würden.

11. DNA, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Sequenz aufweist, ausgewählt aus der Gruppe, die aus der in Figur 1a gezeigten Sequenz, der in Figur 1b gezeigten Sequenz, der in Figur 2a gezeigten Sequenz und der in Figur 2b gezeigten Sequenz besteht.
12. Rekombinanter Expressionsvektor, der DNA enthält, die ein Protein nach den Ansprüchen 4 bis 9 codiert und in einem transformierten Mikroorganismus oder einem transformierten eukaryontischen Zelle, oder in einem Tier oder eine Pflanze die proteincodierende DNA exprimiert.
13. Wirtszelle, insbesondere prokaryontische Wirtszelle, eukaryontische Wirtszelle, Tiere und Pflanzen, welche mit einer DNA, die ein Protein nach den Ansprüchen 4 bis 9 codiert, transfiziert ist und das genannte Protein produzieren kann.
14. Wirtszelle nach Anspruch 13, die E. coli oder eine Säugerzelllinie ist.
15. Verwendung von DNA, die für ein Protein nach den Ansprüchen 4 bis 9 codiert, zur Transfektion eines prokaryontischen oder eukaryontischen Organismus.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Protein aus Parasiten oder aus Kulturüberständen von Parasiten-Kulturen über chromatographische und elektrophoretische Techniken gewonnen wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 und 16, dadurch gekennzeichnet, daß das Protein durch Expression der DNA, die ein Protein nach einem der Ansprüche 4 bis 9 codiert, in einer geeigneten Wirtszelle und Isolierung des Proteins aus der Wirtszelle oder aus dem Kulturüberstand der Wirtszelle rekombinant hergestellt wird.
18. Verwendung eines Proteins aus dem 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweg gemäß einem der Ansprüche 4 bis 8 als Antigen oder Immunogen zur Herstellung von Antikörpern, die an dieses Protein binden.
19. Antikörper gegen ein Protein aus dem 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweg gemäß einem der Ansprüche 4 bis 9, erhältlich durch in-vitro-Immunisierungstechniken oder durch Immunisierung eines Tieres mit einem Protein gemäß einem der vorangehenden Ansprüche und Gewinnung der Antikörper aus dem Serum oder aus den Milzzellen der immunisierten Tiere.
20. Verwendung eines Proteins gemäß einem der Ansprüche 4 bis 9 zur Identifizierung von antiparasitär wirkenden Stoffen.
21. Verwendung eines Antikörpers gemäß Anspruch 19 zur Identifizierung eines antiparasitär wirkenden Stoffes.
22. Verfahren zum Nachweis von Nukleinsäuren, welche ein Protein gemäß einem der Ansprüche 4 bis 9 codieren, dadurch gekennzeichnet, daß die zu untersuchende Probe mit einer Nukleinsäuresonde inkubiert wird, welche aus der Gruppe ausgewählt ist, die aus a) der in den Figuren 1a

und 1b gezeigten DNA-Sequenzen oder der dazu komplementären Sequenz, b) Nukleinsäuren, die mit einer der Sequenzen von a) hybridisieren bestehen, die Nukleinsäuresonde mit der Nukleinsäure der Probe inkubiert wird und die Hybridisierung ggf. über einen weiteren Bindepartner von Nukleinsäuresonde nachgewiesen wird.

23. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die nachzuweisende Nukleinsäure vor dem Nachweis amplifiziert wird.
24. Testsysteme unter Verwendung eines Proteins gemäß einem der vorangehenden Ansprüche zur Identifizierung eines antiparasitär wirkenden Stoffes.
25. Wirkstoff zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Infektionskrankheiten verursacht durch ein- oder mehrzellige Parasiten, dadurch gekennzeichnet, daß er unter Verwendung eines Testsystems nach Anspruch 24 identifiziert wird.
26. Wirkstoff zur Herstellung eines Herbizids oder eines Arzneimittels zur Behandlung von Infektionskrankheiten verursacht durch Bakterien, dadurch gekennzeichnet, daß er unter Verwendung eines Testsystems nach Anspruch 24 identifiziert wird.
27. Wirkstoff zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Infektionskrankheiten verursacht durch ein- oder mehrzellige Parasiten, dadurch gekennzeichnet, daß er die Enzyme oder Co-Faktoren des 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweges hemmt.

28. Wirkstoff nach Anspruch 25 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß er mindestens einen der folgenden Schritte a)-i),
- a) Umsetzung von Glycerinaldehyd und Pyruvat zu 1-Desoxy-D-xylulose,
  - b) Umsetzung von Glycerinaldehyd-3-Phosphat und Pyruvat zu Isopentenylidiphosphat,
  - c) Bildung von 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat,
  - d) Umsetzung von Glycerinaldehyd-3-Phosphat und Pyruvat zu 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat,
  - e) Umsetzung von 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat
  - f) Bildung von 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat,
  - g) Umsetzung von 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat zu 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat,
  - h) Umsetzung von 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat,
  - i) Umsetzung von 2-C-Methyl-D-erythritol-4-Phosphat zu Isopentenylidiphosphat hemmt.
29. Wirkstoff nach Anspruch 25, 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoff die Produktion der beteiligten Enzyme oder der beteiligten Co-Faktoren, insbesondere den Umsatz des Enzyms 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Synthase oder 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Reduktoisomerase hemmt, oder den Abbau der beteiligten Enzyme oder beteiligten Co-Faktoren fördert.
30. Wirkstoff nach einem der Ansprüche 25 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Wirkstoff 3-(N-acetyl-N-hydroxyamino)-propylphosphonat oder 3-(N-formyl-N-hydroxyamino)propyl-phosphonat ist.

31. Verwendung eines Wirkstoffs nach Anspruch 25, 27 bis 30 zur Herstellung eines Arzneimittels zur Behandlung von Infektionskrankheiten verursacht durch ein- oder mehrzellige Parasiten, insbesondere von Malaria, der Schlafkrankheit und der Leishmaniosen.
32. Verwendung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Arzneimittel ferner einen oder mehrere Bestandteile der Gruppe aufweist, die aus Hemmern der Fettstoffwechselwege, der Cholesterinsynthese, der Cholesterinaufnahme besteht.
33. Verwendung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Hemmer der Fettstoffwechselwege ein HMG-CoA-Reduktase-Hemmer oder ein HMG-CoA-Synthase-Hemmer, insbesondere Lovastatin, Mevastatin, Compactin, Simvastatin, Pravastatin, Atorvastatin, Fluvastatin und Cerivastatin, ist.

ATGAAGAAATATATTTATATATATTTTTCTTCATCACAAT  
AACTATTAATGATTTAGTAATAAATAACATCAAAATGTGTTTCCATTG  
AAAGAAGAAAAAATAACGCATATATAAATTATGGTATAGGATATAATGGA  
CCAGATAATAAAATAACAAAGAGTAGAAGATGTAAAAGAATAAAGTTATG  
CAAAAAGGATTTAATAGATATTGGTGCAATAAAGAAACCAATTAATGTAG  
CAATTTTTGGAAGTACTGGTAGTATAGGTACGAATGCTTTAAATATAATA  
AGGGAGTGTAATAAAATTGAAAATGTTTTTAATGTAAAGCATTGTATGT  
GAATAAGAGTGTGAATGAATTATATGAACAAGCTAGAGAATTTTTACCAG  
AATATTTGTGTATACATGATAAAAGTGTATATGAAGAATTAAAAGAACTG  
GTAAAAAATATAAAAGATTATAAACCTATAATATTGTGTGGTGATGAAGG  
GATGAAAGAAATATGTAGTAGTAATAGTATAGATAAAATAGTTATTGGTA  
TTGATTCTTTTCAAGGATTATATTCTACTATGTATGCAATTATGAATAAT  
AAAATAGTTGCGTTAGCTAATAAAGAATCCATTGTCTCTGCTGGTTTCTT  
TTTAAAGAAATTATTAAATATTCATAAAAATGCAAAGATAATACCTGTTG  
ATTCAGAACATAGTGCTATATTTCAATGTTTAGATAATAATAAGGTATTA  
AAAACAAAATGTTTACAAGACAATTTTTCTAAAATTAACAATATAAATAA  
AATATTTTTATGTTTCATCTGGAGGTCCATTTCAAATTTAACTATGGACG  
AATTAAAAAATGTAACATCAGAAAATGCTTTAAAGCATCCTAAATGGAAA  
ATGGGTAAGAAAATAACTATAGATTCTGCAACTATGATGAATAAAGGTTT  
AGAGGTTATAGAAACCCATTTTTTTATTTGATGTAGATTATAATGATATAG  
AAGTTATAGTACATAAAGAATGCATTATACATTCTTGTTGAATTTATA  
GACAAATCAGTAATAAGTCAAATGTATTATCCAGATATGCAAATACCCAT  
ATTATATTCTTTAACATGGCCTGATAGAATAAAAACAAATTTAAACCTT  
TAGATTTGGCTCAGGTTTCAACTCTTACATTTTCATAAACCTTCTTTAGAA  
CATTTCCCGTGTATTAAATTAGCTTATCAAGCAGGTATAAAAGGAACTT  
TTATCCAACGTACTAAATGCGTCAAATGAAATAGCTAACAACTTATTTT  
TGAATAATAAAATTAAATATTTTGATATTTCTCTATAATATCGCAAGTT  
CTTGAATCTTTCAATTCTCAAAGGTTTCGGAAAATAGTGAAGATTTAAT  
GAAGCAAATTCTACAAATACATTCTTGGGCCAAAGATAAAGCTACCGATA  
TATACAACAAACATAATTCTTCATAG

FIG. 1a



GGTAATATACGTATAATATATATATAATATATTCTTACGTATGTATCATT  
TATGAATCATAATAATATTCTAAATTTACCTTCCGTTTTTGCTCGATCTT  
CTCATTTTCGTTTCAGCTTTTATCAATGATTTTTTAATTATGTGTTTTTTA  
AGAACTTTGTACCAGTTGTTCTATACATTCTCCTTATAATATATATTAAC  
TTAAATGGCATGAATAATAAAAAATCAAATAAAAAACAGAAAAAATTTATAT  
AAAGAAATTGAATAGGTTGTCAAGGAAAAATTCGTTATGTAGTTCTAAAA  
ATAAAATAGCATGCTTGTTTCGATATAGGAAATGATGATAATAGAAATACG  
ACATATGGCTATAATGTGAATGTTAAAAATGATGATATTAATTCCTTACT  
AAAAAATAATTATAGTAATAAATTGTACATGGATAAGAGGAAAAATATTA  
ATAATGTAATTAGTACTAATAAAATATCTGGGTCCATTTCAAATATTTGT  
AGTAGAAATCAAAAAGAAAATGAACAAAAAGAAATAAACAAAGATGTTT  
AACTCAATGTCACACTTATAATATGTCACATGAACAGGACAACTAGCTA  
ATGATAATAATAGGAATAATAAAAAAGAATTTTAATTTATTATTTATAAAT  
TATTTTAATTTGAAACGAATGAAAAATTCTCTTCTAAATAAAGACAATTT  
CTTTTACTGTAAAGAAAAAAATTTGTCATTTCTGCATAAGGCCTATAAAA  
AAAAAAATTGCACTTTTCAAATTATAGTTTAAAAAGAAAATCTAATCGT  
GATTCACATAAATTGTTTTCTGGAGAATTTGACGATTATACAAATAATAA  
TGCTTTATATGAATCCGAAAAAAGAATACATTACACTAAATAATAATA  
ATAAAAATAATAATAATAAAAAATAATGATAATAAAAAATAATGATAATAAT  
GATTATAATAATAATAATAGTTGTAATAATTTAGGAGAGAGATCCAATCA  
TTATGATAAATTATGGTGGAGATAATAATAATCCATGTAATAATAATAATG  
ACAAATATGATATAGGAAAATATTTCAAACAGATTAATACCTTTATTAAT  
ATTGATGAATATAAACTATATATGGTGATGAAATATATAAAGAAATATA  
TGAAGTATATGTAGAAAGAAATATTCCTGAATATTATGAACGAAAATATT  
TTTCAGAAGATATTAAAAAGAGTGTCCTATTTGATATAGATAAATATAAT  
GATGTCGAATTTGAAAAAGCTATAAAAGAAGAATTTATAAATAATGGAGT  
TTATATTAATAATATAGATAATACATATTATAAAAAAGAAAATATTTTAA  
TAATGAAAAAGATATTACATTATTTCCCATTTATTAATAATTAATAAT  
CCATCAGATTTAAAAAAGTTAAAAAACAATATTTACCTTTATTAGCACA  
TGAATTAATAATATTTTTATTTTTTTATTGTAAATATAACAGGAGGTCATT  
TTTCTCTGTTTTTAAGCTCTTTAGAAATTCAATTATTATTATTGTATATT  
TTTAATCAACCATATGATAATGTTATATATGATATAGGACATCAAGCATA  
TGTACATAAGATATTGACCGGAAGAAAACCTATTATTTCTATCATTAAGAA  
ATAAAAAAGGTATTAGTGGATTCCTAAATATTTTTTGAAAGTATTTATGAT  
AAATTTGGGGCTGGTCACAGTTCCACTTCATTAAGTGCTATACAAGGATA  
TTATGAAGCCGAGTGGCAAGTGAAGAATAAAGAAAAATATGGAAATGGAG  
ATATAGAAATAAGTGATAACGCAATGTCACGAATAATGAAAGGATATTT  
CAAAAAGGAATACACAATGATAATAATATTAACAATAATATTAATAATAA  
TAATTATATCAATCCTTCAGATGTGGTAGGAAGAGAAAATACGAATGTAC  
CAAATGTACGAAATGATAACCATAACGTGGATAAAGTACACATTGCTATT  
ATAGGAGATGGTGGTTTAACAGGTGGAATGGCATTAGAAGCGTTAAATTA  
TATTTCAATCTTGAATTCTAAAATTTTAATTATTTATAATGATAACGGAC  
AAGTTTCTTTACCAACAAATGCCGTAAGTATATCAGGTAATAGACCTATA  
GGTTCTATATCAGATCATTTACATTATTTTGTCTTAATATAGAAGCAAA  
TGCTGGTGATAATAAATTATCGAAAAATGCAAAAGAGAATAACATTTTTG  
AAAATTTGAATTATGATTATATTGGTGTGTGAATGGTAATAATACAGAA

Fig.1b Teil 1

GAGCTCTTTAAAGTATTAAATAATATAAAAAGAAAATAAATTAAAAAGAGC  
TACTGTTCTTCATGTACGTACAAAAAATCGAATGATTTTATAAATTCAA  
AGAGTCCAATAAGTATATTGCACTCTATAAAGAAAAATGAGATTTTCCCT  
TTCGATACCACTATATTAAATGGAAATATTCATAAGGAGAACAAGATAGA  
AGAAGAGAAAAATGTGTCTTCATCTACAAAGTATGATGTAAATAATAAGA  
ATAATAAAAAATAATGATAATAGTGAAATTATAAAATATGAAGATATGTTT  
TCAAAAGAGACGTTTACAGATATATATACAAATGAAATGTTAAATATTT  
AAAGAAAGATAGAAATATAATATTCCTATCTCCCGCTATGTTAGGAGGAT  
CAGGATTGGTTAAATTAGTGAGCGTTATCCAAATAATGTATATGATGTA  
GGTATAGCAGAACAACATTCTGTAACTTTTCGCAGCAGCTATGGCAATGAA  
TAAGAAATTAAAAATACAATTATGTATATATTCGACCTTTTACAAAGAG  
CATATGATCAAATTATACATGATCTTAATTTACAAAATATACCTTTAAAG  
GTTATAATTGGAAGAAGTGGATTAGTAGGAGAGGATGGGGCAACACATCA  
AGGTATATATGATTTATCTTATCTTGGGACACTTAACAATGCATATATAA  
TATCTCCAAGTAATCAAGTTGATTTGAAAAGAGCTCTTAGGTTTGCTTAT  
TTAGATAAGGACCATTCTGTGTATATACGTATACCCAGAATGAACATATT  
AAGTGATAAGTACATGAAAGGATATTTGAACATTCATATGAAAAATGAGA  
GCAAAAATATCGATGTAAACGTGGATATAAACGATGATGTAGATAAATAT  
AGTGAAGAATATATGGACGATGATAATTTTATAAAATCGTTTATTGGAAA  
ATCTAGAATTATTAATAATGGATAATGAAAATAATAACAAATGAACATT  
ATCAAGCAGAGGAGATACACAGACAAAAAAGTTTGTATCTTT  
AACATGGGTAGTATGCTTTTTAATGTAATTAATGCTATAAAAGAAATTGA  
AAAAGAACAATATATTTACATAATTATTCTTTTCAATTGTTGATATGA  
TATTTTTAAATCCTTTAGATAAAAAATATGATAGATCATGTAATAAAACAA  
AATAAACATCAATATTTAATTACTTATGAAGATAATACTATAGGTGGTTT  
TTCTACACATTTCAATAATTATTTAATAGAAAATAATTATATTACAAAC  
ATACTTATATGTTTATAATATTTATTTATCTAATGAGCCAATTGAACAT  
GCATCTTTTAAGGATCAACAAGAAGTCGTCAAAATGGATAAATGTAGTCT  
TGTCATAGAAATTAATAATTATCTTAAAAATAATCCTACATGATGTAAGA  
TAAATATATATTTCTAAATTTATTTTTTTTTTATACTTTAATGTGTACAA  
TAAATATATATCTAAATATATTTTATTTGTACGCTTTTTTTTTTTTTTT  
TTTAATTGTTATTTTGTATAT

FIG.1b Teil 2

atgaagaaatatatatttatatatatattttttcttcacacataactattaatgatttagta  
M K K Y I Y I Y F F F I T I T I N D L V  
ataaataatacatcaaaatgtgtttccattgaaagaagaaaaataacgcataatataaat  
I N N T S K C V S I E R R K N N A Y I N  
tatggtataggatataatggaccagataataaaataacaaagagtagaagatgtaaaaga  
Y G I G Y N G P D N K I T K S R R C K R  
ataaagttatgcaaaaaggatttaatatagatattggtgcaataaagaaaccaattaatgta  
I K L C K K D L I D I G A I K K P I N V  
gcaattttttggaagtactggttagtataggtagaatgctttaatatataaagggagtgt  
A I F G S T G S I G T N A L N I I R E C  
aataaaattgaaaatgtttttaatgttaaagcattgtatgtgaataagagtgtgaatgaa  
N K I E N V F N V K A L Y V N K S V N E  
ttatatgaacaagctagagaattttttaccagaatattttgtgtatacatgataaaagtgt  
L Y E Q A R E F L P E Y L C I H D K S V  
tatgaagaattaaaagaactggtaaaaaatataaaagattataaacctataatattgtgt  
Y E E L K E L V K N I K D Y K P I I L C  
ggtgatgaagggatgaaagaaatatgtagtagtaatatagataaaatagttattggt  
G D E G M K E I C S S N S I D K I V I G  
attgattcttttcaaggattatattctactatgtatgcaattatgaataataaaatagtt  
I D S F Q G L Y S T M Y A I M N N K I V  
gcgttagctaataaagaatccattgtctctgctggtttcttttaagaaattattaat  
A L A N K E S I V S A G F F L K K L L N  
attcataaaaatgcaaagataataacctgttgattcagaacatagtgctatatttcaatgt  
I H K N A K I I P V D S E H S A I F Q C  
ttagataataataaggtatttaaaaacaaaatgtttacaagacaatttttctaaaattaac  
L D N N K V L K T K C L Q D N F S K I N  
aatataaataaaaatattttttatgttcatctggagggtccatttcaaaatttaactatggac  
N I N K I F L C S S G G P F Q N L T M D  
gaattaaaaaatgtaacatcagaaaatgcttttaagcatcctaataatggaaaatgggtaag  
E L K N V T S E N A L K H P K W K M G K  
aaaataactatagattctgcaactatgatgaataaagggttttagagggttatagaaccat  
K I T I D S A T M M N K G L E V I E T H  
tttttatttgatgttagattataatgatatagaagttatagtagacataaagaatgcattata  
F L F D V D Y N D I E V I V H K E C I I  
cattcttggtgttgaaatttatagacaaatcagtaataagtcaaattgtattatccagatatg  
H S C V E F I D K S V I S Q M Y Y P D M  
caaatacccatatttatatttctttaacatggcctgatagaataaaaaacaaatttaaacct  
Q I P I L Y S L T W P D R I K T N L K P  
ttagatttggtcaggtttcaactcttacatttcataaaccttcttttagaacatttcccg  
L D L A Q V S T L T F H K P S L E H F P  
tgtattaaattagcttatcaagcaggtataaaaggaaacttttatccaactgtactaat  
C I K L A Y Q A G I K G N F Y P T V L N  
gcgtcaaatagaatagctaacaacttatttttgaataataaaaattaaatattttgatatt  
A S N E I A N N L F L N N K I K Y F D I  
tcctctataatatcgcaagttcttgaatctttcaattctcaaaagggtttcggaaaatagt  
S S I I S Q V L E S F N S Q K V S E N S  
gaagatttaataagcaaattctacaaatacattcttgggccaagataaagctaccgat  
E D L M K Q I L Q I H S W A K D K A T D  
atatacaacaaacataattcttcatag  
I Y N K H N S S -

FIG. 2a

tcgatcttctcatttttcgttttcagcttttatcaatgatttttaattatgtgttttttaag  
M I F N Y V F F K  
aactttgtaccagttgttctatacatttctccttataatataattaacttaaatggcatg  
N F V P V V L Y I L I I Y I N L N G M  
aataataaaaaatcaaataaaaaacagaaaaaatttatataaagaaattgaataggtgtca  
N N K N Q I K T E K I Y I K K L N R L S  
aggaaaaattcgttatgtagtttctaaaaataaaaatagcatgcttggtcgatataggaaat  
R K N S L C S S K N K I A C L F D I G N  
gatgataatagaaatacgcacatatggctataatgtgaatgttaaaaaatgatgataat  
D D N R N T T Y G Y N V N V K N D D I N  
tccttactaaaaaataattatagtaataaattgtacatggataagaggaaaaatattaat  
S L L K N N Y S N K L Y M D K R K N I N  
aatgtaatttagtactaataaaaatatctgggtccattttcaaataattttagtagaaatcaa  
N V I S T N K I S G S I S N I C S R N Q  
aaagaaaatgaacaaaaaagaaataaacaagatgtttaactcaatgtcacacttataat  
K E N E Q K R N K Q R C L T Q C H T Y N  
atgtcacatgaacaggacaaaactagctaataatgataataataggaataataaaaaagaatttt  
M S H E Q D K L A N D N N R N N K K N F  
aatttattatttataaattatttttaatttgaaacgaatgaaaaatttcttcttaataaa  
N L L F I N Y F N L K R M K N S L L N K  
gacaatttcttttactgtaaagaaaaaaaattgtcatttctgcataaggcctataaaaaa  
D N F F Y C K E K K L S F L H K A Y K K  
aaaaattgcactttttcaaattatagtttataaaaagaaaatctaatacgtgattcacataaa  
K N C T F Q N Y S L K R K S N R D S H K  
ttgttttctggagaatttgacgattatacaataataatgcttttatatgaatccgaaaaa  
L F S G E F D D Y T N N N A L Y E S E K  
aaagaatacattacactaaataataataaaaaataataataaaaaataatgataat  
K E Y I T L N N N N K N N N N K N N D N  
aaaaataatgataataatgattataataataataatagttgtataatatttaggagagaga  
K N N D N N D Y N N N N S C N N L G E R  
tccaatcattatgataattatgggtggagataataataatccatgtaataataataatgac  
S N H Y D N Y G G D N N N P C N N N N D  
aaatatgatataggaaaatattttcaaacagattaataacctttattaatattgatgaatat  
K Y D I G K Y F K Q I N T F I N I D E Y  
aaaactatatatgggtgatgaaatatataaagaaatatatgaactatatgtagaaagaat  
K T I Y G D E I Y K E I Y E L Y V E R N  
attcctgaatattatgaacgaaaatatttttcagaagatattaaaaagagtgtcctattt  
I P E Y Y E R K Y F S E D I K K S V L F  
gatatagataaatataatgatgtcgaattttgaaaaagctataaaagaagaattttataaat  
D I D K Y N D V E F E K A I K E E F I N  
aatggagtttatattaataatagataatacatattataaaaaagaaaatatttttaata  
N G V Y I N N I D N T Y Y K K E N I L I  
atgaaaaagatattacattatttccattattataaaattaattaataatccatcagattta  
M K K I L H Y F P L L K L I N N P S D L  
aaaaagttaaaaaaacaatattttacctttatttagcacatgaattaaaaatatttttattt  
K K L K K Q Y L P L L A H E L K I F L F  
tttattgtaaatataaacaggaggtcatttttctctgttttaagctcttttagaaattcaa  
F I V N I T G G H F S S V L S S L E I Q

FIG.2b Teil 1

ttattattattgtatatatttttaatacaaccatatgataatgttatatatgatataggacat  
L L L L Y I F N Q P Y D N V I Y D I G H  
caagcatatgtacataagatatattgaccggaagaaaactattatttctatcattaagaaat  
Q A Y V H K I L T G R K L L F L S L R N  
aaaaaagggtattagtggttcctaaatatttttgaaagtatttatgataaatttggggct  
K K G I S G F L N I F E S I Y D K F G A  
ggtcacagttccacttcattaagtgtatacaaggatattatgaagccgagtggaagtg  
G H S S T S L S A I Q G Y Y E A E W Q V  
aagaataaagaaaaatatggaaatggagatatagaaataagtgataacgcaaagtgcacg  
K N K E K Y G N G D I E I S D N A N V T  
aataatgaaaggatatattcaaaaaggaatacacaaatgataataattaacaataatatt  
N N E R I F Q K G I H N D N N I N N N I  
aataataataattatatcaatccttcagatgtgttaggaagagaaaatacgaatgtacca  
N N N N Y I N P S D V V G R E N T N V P  
aatgtacgaaatgataaccataacgtggataaagtacacattgctattataggagatggt  
N V R N D N H N V D K V H I A I I G D G  
ggtttaacagggtggaatggcattagaagcggttaaattatatttcattcttgaattctaaa  
G L T G G M A L E A L N Y I S F L N S K  
attttaattatttataatgataacggacaagtttctttaccaacaaatgccgtaagtata  
I L I I Y N D N G Q V S L P T N A V S I  
tcaggtaatagacctataggttctatatcagatcatttacattattttgtttctaata  
S G N R P I G S I S D H L H Y F V S N I  
gaagcaaagtgtgtgataataaattatcgaaaaatgcaaaagagaataacatttttgaa  
E A N A G D N K L S K N A K E N N I F E  
aatttgaaattatgattatattggtgtgtgtaagtgttaataatacagaagagctcttttaa  
N L N Y D Y I G V V N G N N T E E L F K  
gtattaaataataaaaaagaaaataaattaaaaagagctactgttcttcattgtacgtaca  
V L N N I K E N K L K R A T V L H V R T  
aaaaaatcgaaatgattttataaattcaaagagtccaataagtatatgtcactctataaag  
K K S N D F I N S K S P I S I L H S I K  
aaaaatgagattttcccttcgataccactatattaaatggaaatattcataaggagaac  
K N E I F P F D T T I L N G N I H K E N  
aagatagaagaagagaaaaatgtgtcttcattctacaaagtatgatgtaataataagaat  
K I E E E K N V S S S T K Y D V N N K N  
aataaaaaataatgataatagtgaattataaaatatgaagatatgttttcaaaagagacg  
N K N N D N S E I I K Y E D M F S K E T  
ttcacagatatatatatacaaatgaaatgttaaaatattttaagaaagatagaaatataata  
F T D I Y T N E M L K Y L K K D R N I I  
ttcctatctcccgctatgttaggaggatcaggattgggttaaaattagtgagcggttatcca  
F L S P A M L G G S G L V K I S E R Y P  
aataatgtatatgatgtaggtatagcagaacaacattctgtaactttcgcagcagctatg  
N N V Y D V G I A E Q H S V T F A A A M  
gcaatgaataagaaattaaaaatacaattatgtatatattcgacctttttacaaagagca  
A M N K K L K I Q L C I Y S T F L Q R A  
tatgatcaaattatacatgatcttaattacaaaatataaccttttaaagggttataattgga  
Y D Q I I H D L N L Q N I P L K V I I G

FIG.2b Teil 2

agaagtggattagtaggagaggatggggcaacacatcaaggatatatatgattttatcttat  
R S G L V G E D G A T H Q G I Y D L S Y  
cttgggacacttaacaatgcatatataatatctccaagtaatcaagttgatttgaaaaga  
L G T L N N A Y I I S P S N Q V D L K R  
gctcttaggtttgcttatttagataaggaccatttctgtgtatatatacgtatacccagaatg  
A L R F A Y L D K D H S V Y I R I P R M  
aacatattaagtgataagtacatgaaaggatatttgaacattcatatgaaaaatgagagc  
N I L S D K Y M K G Y L N I H M K N E S  
aaaaatatcgatgtaaacgtggatataaacgatgatgtagataaatatagtgagaatat  
K N I D V N V D I N D D V D K Y S E E Y  
atggacgatgataattttataaaatcgttttattggaaaatctagaattattaaaatggat  
M D D D N F I K S F I G K S R I I K M D  
aatgaaaataataatacaaatgaacattattcaagcagaggagatacacagacaaaaaaa  
N E N N N T N E H Y S S R G D T Q T K K  
aaaaaagtttgatatctttaacatgggtagtatgctttttaatgtaattaatgctataaaa  
K K V C I F N M G S M L F N V I N A I K  
gaaattgaaaaagaacaatatatttcacataattattctttttcaattgttgatatgata  
E I E K E Q Y I S H N Y S F S I V D M I  
tttttaaattccttttagataaaaaatatgatagatcatgtaataaaaacaaaataaacatcaa  
F L N P L D K N M I D H V I K Q N K H Q  
tatttaattacttatgaagataataactataggtgggtttttctacacatttcaataattat  
Y L I T Y E D N T I G G F S T H F N N Y  
ttaatagaaaataattatattacaaaacataaacttatatgttcataatattttattatct  
L I E N N Y I T K H N L Y V H N I Y L S  
aatgagccaattgaacatgcatcttttaaggatcaacaagaagtcgtcaaaatggataaa  
N E P I E H A S F K D Q Q E V V K M D K  
tgtagtcttgatcaatagaattaaaaattatcttaaaaataatcctacatgatgtaagata  
C S L V N R I K N Y L K N N P T -

FIG.2b Teil 3

MKKYIYIYFFFITITINDLVINNTSKCVSIEERRKNNAYINY  
GIGYNGPDNKITKSRRCKRIKLCKKDLIDIGAIKKPINVAIFGSTGSIGTNALNIIIRECN  
KIENVFNVKALYVNKSVNELYEQAREFLPEYLCIHDKSVYEELKELVKNIKDYKPIILCG  
DEGMKEICSSNSIDKIVIGIDSFQGLYSTMYAIMNNKIVALANKESIVSAGFFLKKLLNI  
HKNAKIIPVDSEHSAIFQCLDNNKVLKTKCLQDNFSKINNINKIFLCSSGGPFQNLTMDE  
LKNVTSENALKHPKWKMGKKITIDSATMMNKGLEVIETHFLFDVDYNDIEVIVHKECIH  
SCVEFIDKSVISQMYYPDMQIPILYSLTWPDRIKTNLKPLDLAQVSTLTFHKPSLEHFPC  
IKLAYQAGIKGNFYPTVLNASNEIANNLFLNNKIKYFDISSIISQVLESFNSQKVSENSE  
DLMKQILQIHSWAKDKATDIYNKHNS

FIG. 3a

MI FNYVFFK  
NFVPVVL YILLIIYINLNGMNNKNQIKTEKIYIKKLNRLSRKNSLCSSKNKIACLFDIGN  
DDNRNTTYGYNVNVKNDDINSLLKNNSNKL YMDKRKNINNVISTNKISGSISNICSRNQ  
KENEQKR NKQRCLTQCHTYNMSHEQDKLANDNNRNNKKNFNLLFINYFNLKRMKNSLLNK  
DNFFYCKEKKLSFLHKAYKKKNCTFQNYSLKRKSNRDSHKLFSGEFDDYTNNNALYESEK  
KEYITLNNNNKNNNNNKNNDNKNNDNDYNNNNNSCNNL GERSNHYDNYGGDNNNPCNNND  
KYDIGKYFKQINTFINIDEYKTIYGDEIYKEIYELYVERNIP EYYERKYFSEDIKKS VLF  
DIDKYNDVEFEKAIKEEFINNGVYINNIDNTYYKKENILIMKKILHYFPLLK LINNPSDL  
KKLKKQYLP LLAHELKIFLFFIVNITGGHFSSVLSSLEIQ LLLLYIFNQPYDNV IYDIGH  
QAYVHKILTGRKLLFLSLRNKKGISGFLNIFESIYDKFGAGHSSTLSA IQGYEAEWQV  
KNKEYGNGDIEISDNANVTNNERIFQKGIHNDNNINNNINNNNYINPSDVVGRENTNVP  
NVRNDNHNVDKVHIAIIGDGGLTGGMAL EALNYISFLNSKILIIYNDNGQVSLPTNAVSI  
SGNRPIGSISDHLHYFVSNIEANAGDNKLSKNAKENNIFENLNYDIIGV VNGNNT EELFK  
VLNNIKENKLRATVLHVRTKKSND FINSKSPISILHSIKKNEIFPFDTTILNGNIHKEN  
KIEEEKNVSSSTKYDVNNKNNKNNDNSEI IKYEDMFSKETFTDIYTNEMLKYLK KDRNII  
FLSPAMLGGSGLVKISERYPNNVYDVGIAEQHSVTFAAAMAMNKKLKIQLCIYSTFLQRA  
YDQIIHDLNLQNIPLKVIIGRSGLVGEDGATHQGIYDLSYLGTLNNAYIISPSNQVDLKR  
ALRFAYLDKDH SVYIRIPRMNILSDKYMKG YLNIHMKNESKNIDVNVDINDVDKYSEEY  
MDDDNFIKSF IGKSRI IKMDNENNNNTNEHYSSRGDTQT KKKKVCIFNMGSMLFNVINAIK  
EIEKEQYISHNYSFSIVDMI FLNPLDKNMIDHVIKQNKHQYLITYEDNTIGGFSTHFNNY  
LIENNYITKHNLVHNIYLSNEPIEHASFKDQQEVVKMDKCSLVNRIKNYLKNNPT

FIG. 3b



1 GATGAAATAT ATAAAGAAAT ATATGAACTA TATGTAGAAA GAAATATTCC  
51 TGAATATTAT GAACGAAAAT ATTTTTCAGA AGATATTAAA AAGAGTGTCC  
101 TATTTGATAT AGATAAATAT AATGATGTCG AATTTGAAAA AGCTATAAAA  
151 GAAGAATTTA TAAATAATGG AGTTTATATT AATAATATAG ATAATACATA  
201 TTATAAAAAA GAAAATATTT TAATAATGAA AAAGATATTA CATTATTTCC  
251 CATTATTAAA ATTAATTAAT AATCCATCAG ATTTAAAAA GTTAAAAAA  
301 CAATATTTAC CTTTATTAGC ACATGAATTA AAAATATTTT TATTTTTTAT  
351 TGTAATATA ACAGGAGGTC ATTTTTCCTC TGTTTTAAGC TCTTTAGAAA  
401 TTCAATTATT ATTATTGTAT ATTTTAAATC AACCATATGA TAATGTTATA  
451 TATGATATAG GACATCAAGC ATATGTACAT AAGATATTGA CCGGAAGAAA  
501 ACTATTATTT CTATCATTAA GAAATAAAAA AGGTATTAGT GGATTCCTAA  
551 ATATTTTTGA AAGTATTTAT GATAAATTG GGGCTGGTCA CAGTTCCACT  
601 TCATTAAGTG CTATACAAGG ATATTATGAA GCCGAGTGGC AAGTGAAGAA  
651 TAAAGAAAAA TATGGAAATG GAGATATAGA AATAAGTGAT AACGCAAATG  
701 TCACGAATAA TGAAAGGATA TTTCAAAAAG GAATACACAA TGATAATAAT  
751 ATTAACAATA ATATTAATAA TAATAATTAT ATCAATCCTT CAGATGTGGT  
801 AGGAAGAGAA AATACGAATG TACCAAATGT ACGAAATGAT AACCATAACG  
851 TGGATAAAGT ACACATTGCT ATTATAGGAG ATGGTGGTTT AACAGGTGGA  
901 ATGGCATTAG AAGCGTTAAA TTATATTTCA TTCTTGAATT CTAAAATTTT  
951 AATTATTTAT AATGATAACG GACAAGTTTC TTTACCAACA AATGCCGTAA  
1001 GTATATCAGG TAATAGACCT ATAGGTTCTA TATCAGATCA TTTACATTAT  
1051 TTTGTTTCTA ATATAGAAGC AAATGCTGGT GATAATAAAT TATCGAAAAA  
1101 TGCAAAAGAG AATAACATTT TTGAAAATTT GAATTATGAT TATATTGGTG  
1151 TTGTGAATGG TAATAATACA GAAGAGCTCT TTAAAGTATT AAATAATATA  
1201 AAAGAAAATA AATTAAAAAG AGCTACTGTT CTTCATGTAC GTACAAAAAA  
1251 ATCGAATGAT TTTATAAATT CAAAGAGTCC AATAAGTATA TTGCACTCTA  
1301 TAAAGAAAAA TGAGATTTTC CCGTTCGATA CCACTATATT AAATGGAAAT  
1351 ATTCATAAGG AGAACAAGAT AGAAGAAGAG AAAAAATGTGT CTTCATCTAC  
1401 AAAGTATGAT GTAAATAATA AGAATAATAA AAATAATGAT AATAGTGAAA  
1451 TTATAAAATA TGAAGATATG TTTTCAAAAG AGACGTTTAC AGATATATAT

1501 ACAAATGAAA TGT TAAAATA TTAAAGAAA GATAGAAATA TAATATTCCT  
1551 ATCTCCCGCT ATGTTAGGAG GATCAGGATT GGT TAAAATT AGTGAGCGTT  
1601 ATCCAAATAA TGTATATGAT GTAGGTATAG CAGAACACA TTCTGTAAC  
1651 TTCGCAGCAG CTATGGCAAT GAATAAGAAA TTAAAAATAC AATTATGTAT  
1701 ATATTCGACC TTTTACAAA GAGCATATGA TCAAATTATA CATGATCTTA  
1751 ATTTACAAAA TATACCTTTA AAGGTTATAA TTGGAAGAAG TGGATTAGTA  
1801 GGAGAGGATG GGGCAACACA TCAAGGTATA TATGATTTAT CTTATCTTGG  
1851 GACACTTAAC AATGCATATA TAATATCTCC AAGTAATCAA GTTGATTGTA  
1901 AAAGAGCTCT TAGGTTTGCT TATTTAGATA AGGACCATTG TGTGTATATA  
1951 CGTATACCCA GAATGAACAT ATTAAGTGAT AAGTACATGA AAGGATATTT  
2001 GAACATTCAT ATGAAAAATG AGAGCAAAAA TATCGATGTA AACGTGGATA  
2051 TAAACGATGA TGTAGATAAA TATAGTGAAG AATATATGGA CGATGATAAT  
2101 TTTATAAAAT CGTTTATTGG AAAATCTAGA ATTATTAAAA TGGATAATGA  
2151 AAATAATAAT ACAAATGAAC ATTATTCAAG CAGAGGAGAT ACACAGACAA  
2201 AAAAAAAAAA AGTTTGTATC TTTAACATGG GTAGTATGCT TTTTAATGTA  
2251 ATTAATGCTA TAAAAGAAAT TGAAAAAGAA CAATATATTT CACATAATTA  
2301 TTCTTTTTC AATTGTTGATA TGATATTTTT AAATCCTTTA GATAAAAATA  
2351 TGATA

FIG. 4a Teil 2

10 30 50  
GATGAAATATATAAAGAAATATATGAACATATATGTAGAAAGAAATATTCCTGAATATTAT  
D E I Y K E I Y E L Y V E R N I P E Y Y

70 90 110  
GAACGAAAATATTTTTCAGAAGATATTAAGAGAGTGTCTATTTGATATAGATAAATAT  
E R K Y F S E D I K K S V L F D I D K Y

130 150 170  
AATGATGTCGAATTTGAAAAAGCTATAAAAGAAGAATTTATAAATAATGGAGTTTATATT  
N D V E F E K A I K E E F I N N G V Y I

190 210 230  
AATAATATAGATAATACATATTATAAAAAAGAAAATATTTTAATAATGAAAAAGATATTA  
N N I D N T Y Y K K E N I L I M K K I L

250 270 290  
CATTATTTCCATTATTAAATTAATAATCCATCAGATTTAAAAAGTTAAAAAAA  
H Y F P L L K L I N N P S D L K K L K K

310 330 350  
CAATATTTACCTTTATTAGCACATGAATTAATAATTTTATTTTATTTTATTTGTAATATA  
Q Y L P L L A H E L K I F L F F I V N I

370 390 410  
ACAGGAGGTCATTTTCTCTGTTTAAAGCTCTTTAGAAATTCAATTATTATTATTGTAT  
T G G H F S S V L S S L E I Q L L L L Y

430 450 470  
ATTTTAAATCAACCATATGATAATGTTATATATAGGACATCAAGCATATGTACAT  
I F N Q P Y D N V I Y D I G H Q A Y V H

490 510 530  
AAGATATTGACCGGAAGAAACTATTATTTCTATCATTAAAGAAATAAAAAAGGTATTAGT  
K I L T G R K L L F L S L R N K K G I S

550 570 590  
GGATTCTTAAATATTTTGTAAAGTATTTATGATAAATTTGGGGCTGGTCACAGTTCCACT  
G F L N I F E S I Y D K F G A G H S S T

610 630 650  
TCATTAAGTGCTATACAAGGATATTATGAAGCCGAGTGGCAAGTGAAGAATAAAGAAAAA  
S L S A I Q G Y Y E A E W Q V K N K E K

670 690 710  
TATGGAAATGGAGATATAGAAATAAGTGATAACGCAAATGTCACGAATAATGAAAGGATA  
Y G N G D I E I S D N A N V T N N E R I

730 750 770  
TTTCAAAAAGGAATACACAATGATAATAATATTAACAATAATATTAATAATAAATTAT  
F Q K G I H N D N N I N N N I N N N Y

790 810 830  
ATCAATCCTTCAGATGTGGTAGGAAGAGAAAAATACGAATGTACCAAATGTACGAAATGAT  
I N P S D V V G R E N T N V P N V R N D

850 870 890  
AACCATAACGTGGATAAAGTACACATTGCTATTATAGGAGATGGTGGTTTAAACAGGTGGA  
N H N V D K V H I A I I G D G G L T G G

FIG. 4b Teil 1

910 930 950  
ATGGCATTAGAAGCGTTAAATTATATTTTCATTCTTGAATTCTAAAATTTTAAATTATTTAT  
M A L E A L N Y I S F L N S K I L I I Y

970 990 1010  
AATGATAACGGACAAGTTTCTTTACCAACAAATGCCGTAAGTATATCAGGTAATAGACCT  
N D N G Q V S L P T N A V S I S G N R P

1030 1050 1070  
ATAGGTTCTATATCAGATCATTACATTATTTTGTTCCTAATATAGAAGCAAATGCTGGT  
I G S I S D H L H Y F V S N I E A N A G

1090 1110 1130  
GATAATAAATTATCGAAAAATGCAAAAGAGAATAACATTTTTGAAAATTTGAATTATGAT  
D N K L S K N A K E N N I F E N L N Y D

1150 1170 1190  
TATATTGGTGTGTGAATGGTAATAATACAGAAGAGCTCTTTAAAGTATTAAATAATATA  
Y I G V V N G N N T E E L F K V L N N I

1210 1230 1250  
AAAGAAAATAAATTAAAAAGAGCTACTGTTCTTCATGTACGTACAAAAAATCGAATGAT  
K E N K L K R A T V L H V R T K K S N D

1270 1290 1310  
TTTATAAATTCAAAGAGTCCAATAAGTATATTGCACTCTATAAAGAAAAATGAGATTTTC  
F I N S K S P I S I L H S I K K N E I F

1330 1350 1370  
CCGTTTCGATACCACTATATTAAATGGAATATTTCATAAGGAGAACAAAGATAGAAGAAGAG  
P F D T T I L N G N I H K E N K I E E E

1390 1410 1430  
AAAAATGTGTCTTCATCTACAAAGTATGATGTAAATAATAAGAATAATAAAAAATAATGAT  
K N V S S S T K Y D V N N K N N K N N D

1450 1470 1490  
AATAGTGAATTATAAAATATGAAGATATGTTTTCAAAGAGACGTTTCACAGATATATAT  
N S E I I K Y E D M F S K E T F T D I Y

1510 1530 1550  
ACAAATGAAATGTTAAAAATTTTAAAGAAAGATAGAAATATAATATTCCTATCTCCCGCT  
T N E M L K Y L K K D R N I I F L S P A

1570 1590 1610  
ATGTTAGGAGGATCAGGATTGGTTAAAATTAGTGAGCGTTATCCAAATAATGTATATGAT  
M L G G S G L V K I S E R Y P N N V Y D

1630 1650 1670  
GTAGGTATAGCAGAACAACATTCTGTAACCTTTCGCAGCAGCTATGGCAATGAATAAGAAA  
V G I A E Q H S V T F A A A M A M N K K

1690 1710 1730  
TTAAAAATACAATTATGTATATATTCGACCTTTTACAAAGAGCATATGATCAAATTATA  
L K I Q L C I Y S T F L Q R A Y D Q I I

1750 1770 1790  
CATGATCTTAATTTACAAATATACCTTTAAAGGTTATAATTGGAAGAAGTGGATTAGTA  
H D L N L Q N I P L K V I I G R S G L V

1810 1830 1850  
GGAGAGGATGGGGCAACACATCAAGGTATATATGATTTATCTTATCTTGGGACACTTAAC  
G E D G A T H Q G I Y D L S Y L G T L N

FIG. 4b13 / T2011 2

1870 1890 1910  
AATGCATATATAATATCTCCAAGTAATCAAGTTGATTTGAAAAGAGCTCTTAGGTTTGCT  
N A Y I I S P S N Q V D L K R A L R F A  
1930 1950 1970  
TATTTAGATAAGGACCATTCTGTGTATATACGTATACCCAGAATGAACATATTAAGTGAT  
Y L D K D H S V Y I R I P R M N I L S D  
1990 2010 2030  
AAGTACATGAAAGGATATTTGAACATTATATGAAAAATCAGAGCAAAAATATCGATGTA  
K Y M K G Y L N I H M K N E S K N I D V  
2050 2070 2090  
AACGTGGATATAAACGATGATGTAGATAAAATATAGTGAAGAATATATGGACGATGATAAT  
N V D I N D D V D K Y S E E Y M D D D N  
2110 2130 2150  
TTTATAAAATCGTTTATTGGAAAATCTAGAATTATTAATAATGGATAATGAAAATAATAAT  
F I K S F I G K S R I I K M D N E N N N  
2170 2190 2210  
ACAAATGAACATTATTCAAGCAGAGGAGATACACAGACAAAAAAAAAAAAAGTTTGTATC  
T N E H Y S S R G D T Q T K K K K V C I  
2230 2250 2270  
TTTAACATGGGTAGTATGCTTTTTAATGTAATTAATGCTATAAAAAGAAATTGAAAAAGAA  
F N M G S M L F N V I N A I K E I E K E  
2290 2310 2330  
CAATATATTTACATAATTATTCTTTTTCAATTGTTGATATGATATTTTTAAATCCTTTA  
Q Y I S H N Y S F S I V D M I F L N P L  
2350  
GATAAAAATATGATA  
D K N M I

FIG.4b Teil 3

1 DEIYKEIYEL YVERNIP EYY ERKYFSEDIK KSVLFDIDKY NDVEFEKAIK  
51 EEFINNGVYI NNIDNTYYKK ENILIMKKIL HYFPLLKLIN NPSDLAKLKK  
101 QYLPLLAHEL KIFLFFIVNI TGGHFSSVLS SLEIQLLLLY IFNQPYDNVI  
151 YDIGHQAYVH KILTGRKLLF LSLRNKKGIS GFLNIFESYI DKFGAGHSST  
201 SLSAIQGYE AEWQVKNKEK YGNGDIEISD NANVTNNERI FQKGIHNDNN  
251 INNNINNNNY INPSDVVGRE NTNVPNVRND NHNVDKVHIA IIGDGGLTGG  
301 MALEALNYIS FLNSKILIIY NDNGQVSLPT NAVSISGNRP IGSISDHLHY  
351 FVSNIEANAG DNKLSKNAKE NNIFENLNYD YIGVVNGNNT EELFKVLNNI  
401 KENKLKRATV LHVRTKKSND FINSKSPISI LHSIKKNEIF PFDTTILNGN  
451 IHKENKIEEE KNVSSSTKYD VNNKNNKNND NSEIIKYEDM FSKETFTDIY  
501 TNEMLKYLKK DRNIIFLSPA MLGGSGLVKI SERYPNNVYD VGIAEQHSVT  
551 FAAAMAMNKK LKIQLCIYST FLQRAYDQII HDLNLQNIPL KVIIGRSGLV  
601 GEDGATHQGI YDLSYLGTLN NAYIISPSNQ VDLKRALRFA YLDKDHVSYY  
651 RIPRMNILSD KYMKGYLNIH MKNESKNIDV NVDINDDVVK YSEEYMDDDN  
701 FIKSFIGKSR IIKMDNENNN TNEHYSSRGD TQTKKKKVC I FNMGSMLFNV  
751 INAIKEIEKE QYISHNYSFS IVDMIFLNPL DKNMI

FIG. 4c

Dosis [mg/kg]	Parasitemie [%]	
	Formyl	Acetyl
300	0.0	0.0
30	0.0	0.0
10	0.0	0.0
5	0.06 ± 0.17	0.0
2	11.7 ± 16.5	0.86 ± 0.44
Kontrolle	65.9 ± 19.1	65.9 ± 19.1

Fig. 5

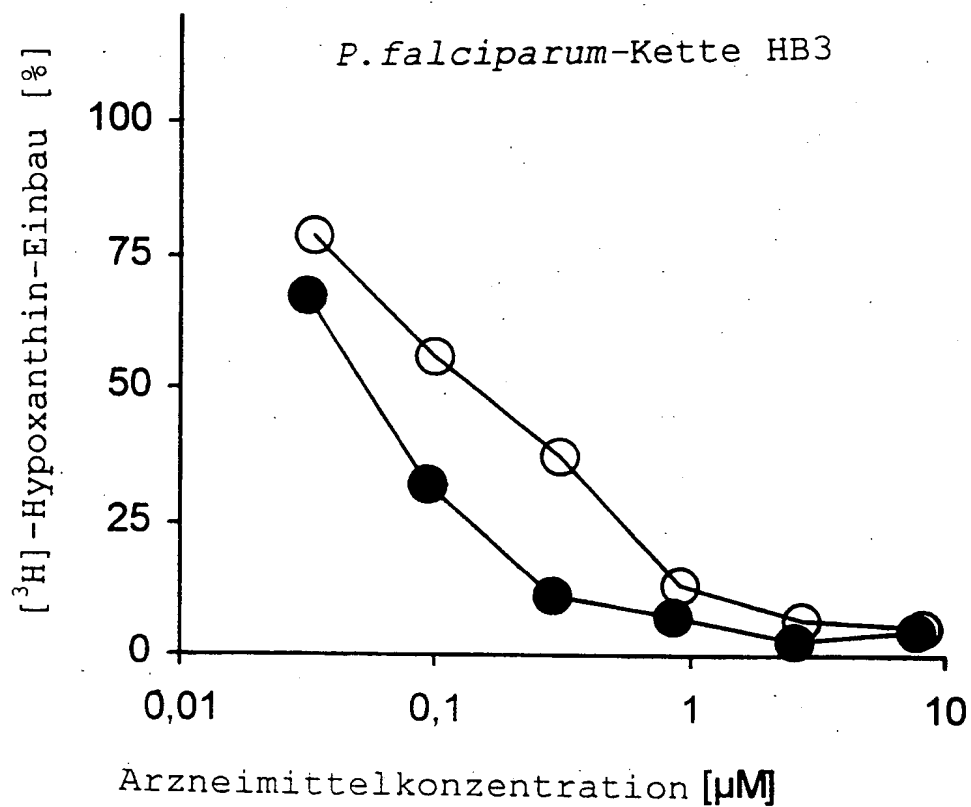


Fig. 6a



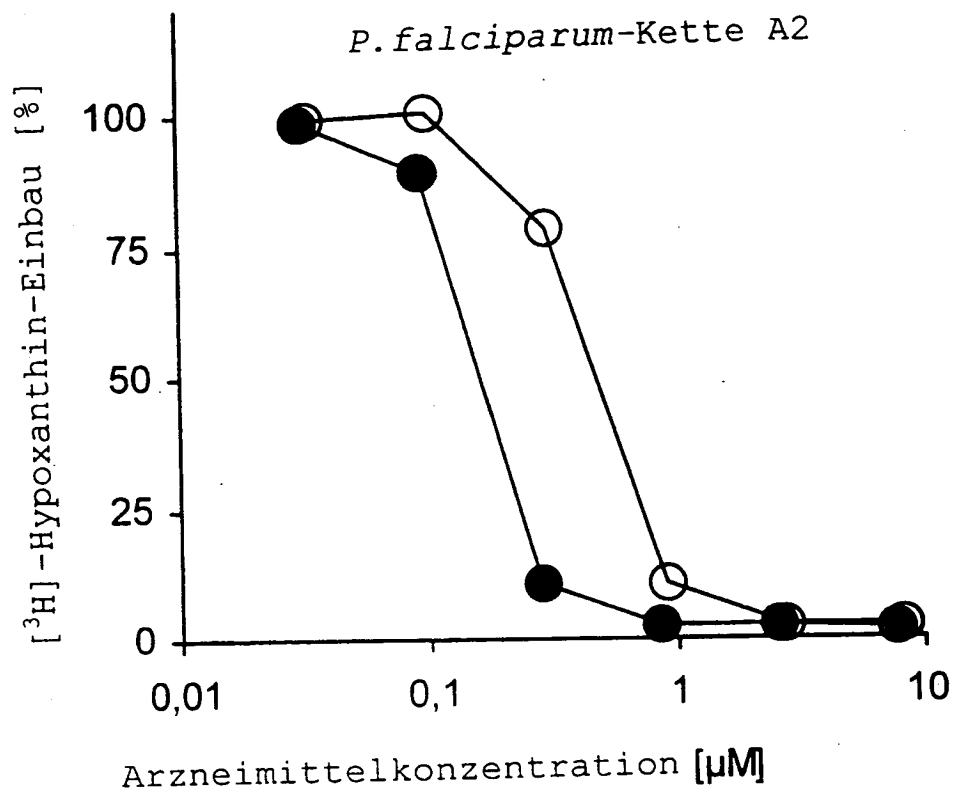


Fig. 6b

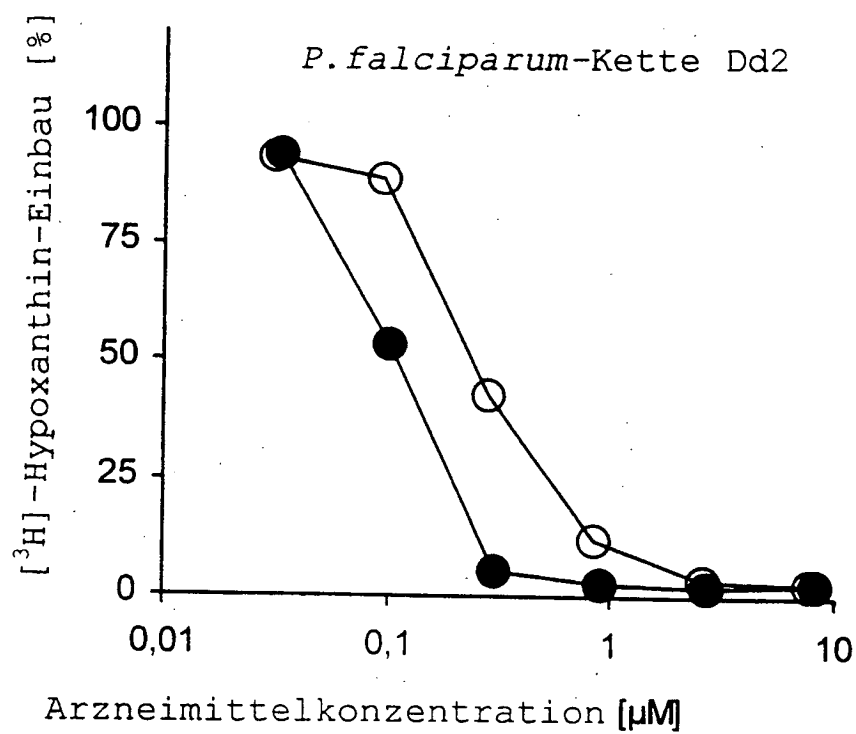
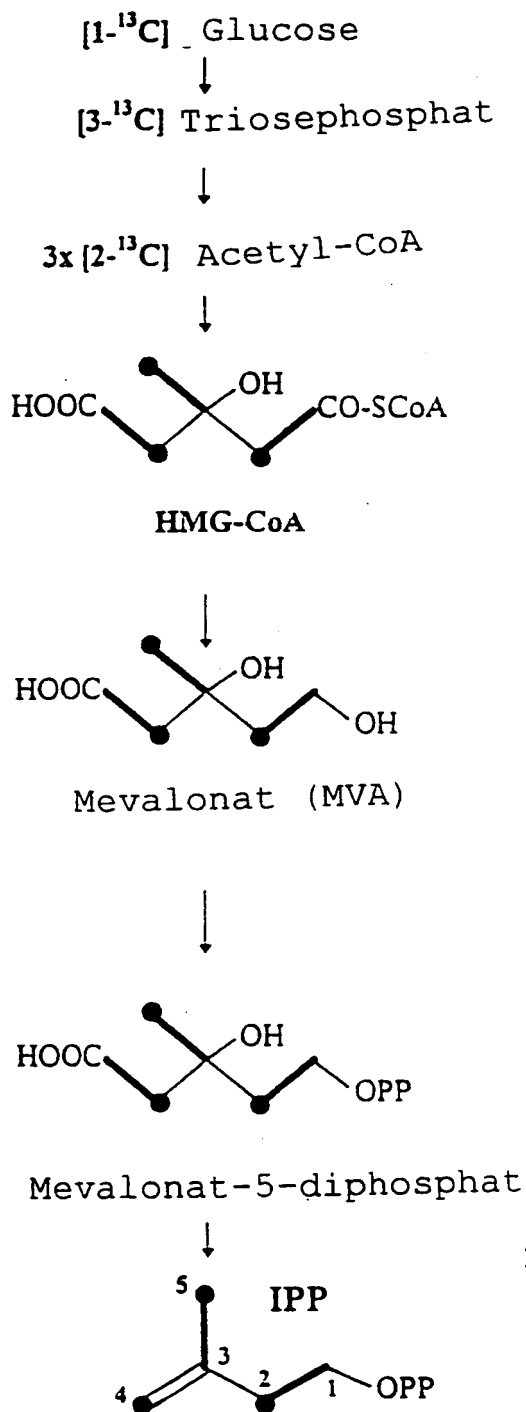


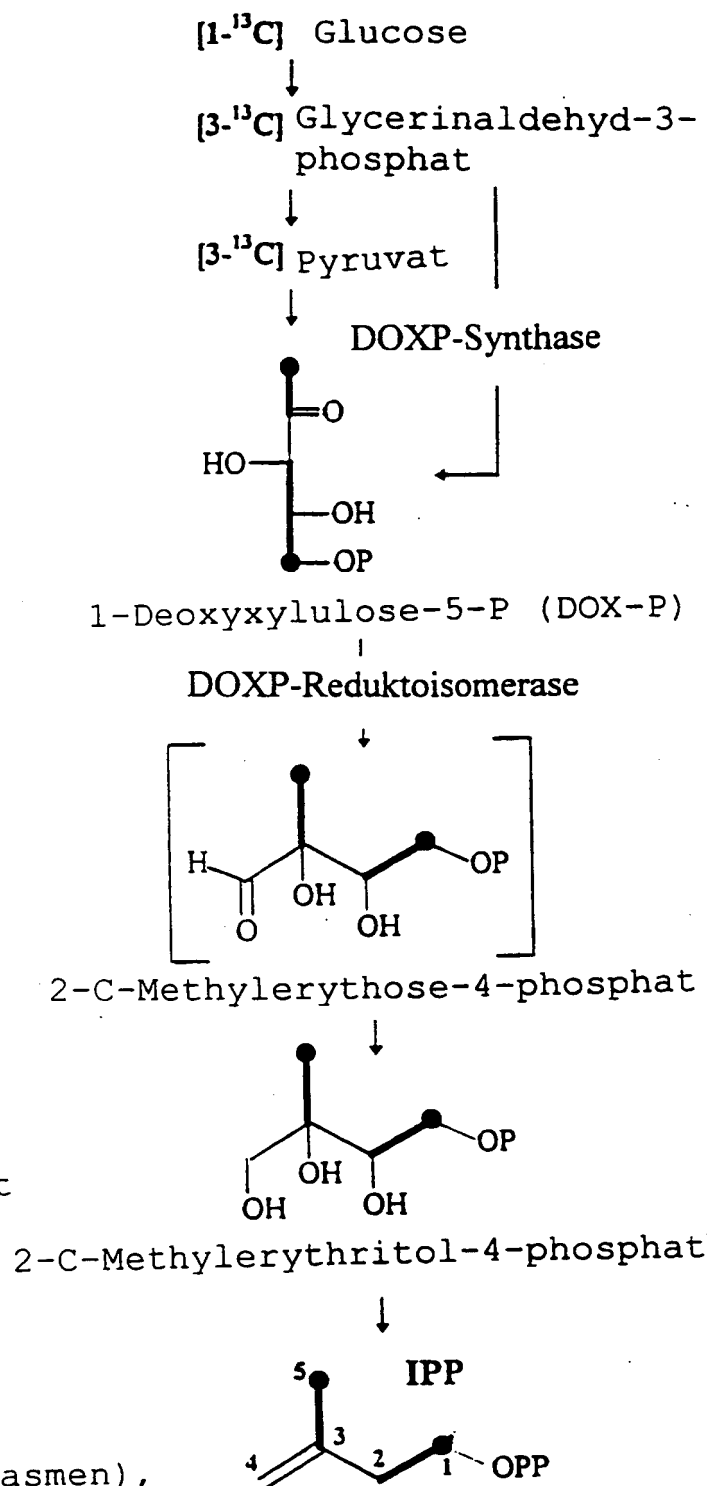
Fig. 6c

# Klassischer Acetat/ Mevalonat-Pathway



höhere Pflanzen (Cytoplasmen),  
Tiere, Pilze, Eubakterien

# Alternativer DOX-P Pathway



höhere Pflanzen (Plastide),  
Grünalgen, viele Eubakterien

Fig. 7

## Sequenzprotokoll

Anzahl der Sequenzen: 2

(1) ANGABEN ZU SEQUENZ ID NR: 1

Plasmodium falciparum 1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphatredukto-  
isomerase(dxr)gen

(i) SEQUENZKENNZEICHEN:

(A) LÄNGE: 1467 BASENPAARE

(B) ART: Nukleotidsequenz

(C) STAMM: HB3

(ii) ART DES MOLEKÜLS: DNA

(iv) URSPRÜNGLICHE HERKUNFT:

(A) ORGANISMUS: Plasmodium falsiparum

(ix) MERKMAL

(A) NAME/SCHLÜSSEL: mRNA

(B) LAGE:1...1467

GEN=dxr

PRODUKT=1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphatreduktoisomerase

(ix) MERKMAL

(A) NAME/SCHLÜSSEL: Gen

(B) LAGE:1...1467

GEN=dxr

(ix) MERKMAL

(A) NAME/SCHLÜSSEL: CDS

(B) LAGE:1...1467

GEN=dxr

FUNKTION: bei der Isopentenylidiphosphatbiosynthese beteiligt  
Startcodon: 1

PRODUKT=1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphatreduktoisomerase

PROTEIN: 488 Aminosäuren

ORGANISMUS: Plasmodium falciparum; (Apicomplexa)

STAMM: HB3

(xi) SEQUENZBESCHREIBUNG: SEQ ID NO:1

ATG AAG AAA TAT ATT TAT ATA TAT TTT TTC TTC ATC ACA ATA ACT ATT	48
Met Lys Lys Tyr Ile Tyr Ile Tyr Phe Phe Phe Ile Thr Ile Thr Ile	
5 10 15	
AAT GAT TTA GTA ATA AAT AAT ACA TCA AAA TGT GTT TCC ATT GAA AGA	96
Asn Asp Leu Val Ile Asn Asn Thr Ser Lys Cys Val Ser Ile Glu Arg	
20 25 30	
AGA AAA AAT AAC GCA TAT ATA AAT TAT GGT ATA GGA TAT AAT GGA CCA	144
Arg Lys Asn Asn Ala Tyr Ile Asn Tyr Glu Ile Glu Tyr Asn Glu Pro	
35 40 45	
GAT AAT AAA ATA ACA AAG AGT AGA AGA TGT AAA AGA ATA AAG TTA TGC	192
Asp Asn Lys Ile Thr Lys Ser Arg Arg Cys Lys Arg Ile Lys Leu Cys	
50 55 60	
AAA AAG GAT TTA ATA GAT ATT GGT GCA ATA AAG AAA CCA ATT AAT GTA	240
Lys Lys Asp Leu Ile Asp Ile Glu Ala Ile Lys Lys Pro Ile Asn Val	
65 70 75 80	
GCA ATT TTT GGA AGT ACT GGT AGT ATA GGT ACG AAT GCT TTA AAT ATA	288
Ala Ile Phe Glu Ser Thr Glu Ser Ile Glu Thr Asn Ala Leu Asn Ile	
85 90 95	
ATA AGG GAG TGT AAT AAA ATT GAA AAT GTT TTT AAT GTT AAA GCA TTG	336
Ile Arg Glu Cys Asn Lys Ile Glu Asn Val Phe Asn Val Lys Ala Leu	
100 105 110	
TAT GTG AAT AAG AGT GTG AAT GAA TTA TAT GAA CAA GCT AGA GAA TTT	384
Tyr Val Asn Lys Ser Val Asn Glu Leu Tyr Glu Gln Ala Arg Glu Phe	
115 120 125	
TTA CCA GAA TAT TTG TGT ATA CAT GAT AAA AGT GTA TAT GAA GAA TTA	432
Leu Pro Glu Tyr Leu Cys Ile His Asp Lys Ser Val Tyr Glu Glu Leu	
130 135 140	
AAA GAA CTG GTA AAA AAT ATA AAA GAT TAT AAA CCT ATA ATA TTG TGT	480
Lys Glu Leu Val Lys Asn Ile Lys Asp Tyr Lys Pro Ile Ile Leu Cys	
145 150 155 160	
GGT GAT GAA GGG ATG AAA GAA ATA TGT AGT AGT AAT AGT ATA GAT AAA	528
Glu Asp Glu Glu Met Lys Glu Ile Cys Ser Ser Asn Ser Ile Asp Lys	
165 170 175	
ATA GTT ATT GGT ATT GAT TCT TTT CAA GGA TTA TAT TCT ACT ATG TAT	576
Ile Val Ile Glu Ile Asp Ser Phe Gln Glu Leu Tyr Ser Thr Met Tyr	
180 185 190	

GCA	ATT	ATG	AAT	AAT	AAA	ATA	GTT	GCG	TTA	GCT	AAT	AAA	GAA	TCC	ATT	624
Ala	Ile	Met	Asn	Asn	Lys	Ile	Val	Ala	Leu	Ala	Asn	Lys	Glu	Ser	Ile	
		195					200					205				
GTC	TCT	GCT	GGT	TTC	TTT	TTA	AAG	AAA	TTA	TTA	AAT	ATT	CAT	AAA	AAT	672
Val	Ser	Ala	Glu	Phe	Phe	Leu	Lys	Lys	Leu	Leu	Asn	Ile	His	Lys	Asn	
	210					215					220					
GCA	AAG	ATA	ATA	CCT	GTT	GAT	TCA	GAA	CAT	AGT	GCT	ATA	TTT	CAA	TGT	720
Ala	Lys	Ile	Ile	Pro	Val	Asp	Ser	Glu	His	Ser	Ala	Ile	Phe	Gln	Cys	
225					230					235					240	
TTA	GAT	AAT	AAT	AAG	GTA	TTA	AAA	ACA	AAA	TGT	TTA	CAA	GAC	AAT	TTT	768
Leu	Asp	Asn	Asn	Lys	Val	Leu	Lys	Thr	Lys	Cys	Leu	Gln	Asp	Asn	Phe	
				245					250					255		
TCT	AAA	ATT	AAC	AAT	ATA	AAT	AAA	ATA	TTT	TTA	TGT	TCA	TCT	GGA	GGT	816
Ser	Lys	Ile	Asn	Asn	Ile	Asn	Lys	Ile	Phe	Leu	Cys	Ser	Ser	Glu	Glu	
			260					265						270		
CCA	TTT	CAA	AAT	TTA	ACT	ATG	GAC	GAA	TTA	AAA	AAT	GTA	ACA	TCA	GAA	864
Pro	Phe	Gln	Asn	Leu	Thr	Met	Asp	Glu	Leu	Lys	Asn	Val	Thr	Ser	Glu	
		275					280					285				
AAT	GCT	TTA	AAG	CAT	CCT	AAA	TGG	AAA	ATG	GGT	AAG	AAA	ATA	ACT	ATA	912
Asn	Ala	Leu	Lys	His	Pro	Lys	Trp	Lys	Met	Glu	Lys	Lys	Ile	Thr	Ile	
	290					295					300					
GAT	TCT	GCA	ACT	ATG	ATG	AAT	AAA	GGT	TTA	GAG	GTT	ATA	GAA	ACC	CAT	960
Asp	Ser	Ala	Thr	Met	Met	Asn	Lys	Glu	Leu	Glu	Val	Ile	Glu	Thr	His	
305					310					315					320	
TTT	TTA	TTT	GAT	GTA	GAT	TAT	AAT	GAT	ATA	GAA	GTT	ATA	GTA	CAT	AAA	1008
Phe	Leu	Phe	Asp	Val	Asp	Tyr	Asn	Asp	Ile	Glu	Val	Ile	Val	His	Lys	
				325					330					335		
GAA	TGC	ATT	ATA	CAT	TCT	TGT	GTT	GAA	TTT	ATA	GAC	AAA	TCA	GTA	ATA	1056
Glu	Cys	Ile	Ile	His	Ser	Cys	Val	Glu	Phe	Ile	Asp	Lys	Ser	Val	Ile	
			340					345					350			
AGT	CAA	ATG	TAT	TAT	CCA	GAT	ATG	CAA	ATA	CCC	ATA	TTA	TAT	TCT	TTA	1104
Ser	Gln	Met	Tyr	Tyr	Pro	Asp	Met	Gln	Ile	Pro	Ile	Leu	Tyr	Ser	Leu	
		355					360					365				
ACA	TGG	CCT	GAT	AGA	ATA	AAA	ACA	AAT	TTA	AAA	CCT	TTA	GAT	TTG	GCT	1152
Thr	Trp	Pro	Asp	Arg	Ile	Lys	Thr	Asn	Leu	Lys	Pro	Leu	Asp	Leu	Ala	
	370					375					380					
CAG	GTT	TCA	ACT	CTT	ACA	TTT	CAT	AAA	CCT	TCT	TTA	GAA	CAT	TTC	CCG	1200
Gln	Val	Ser	Thr	Leu	Thr	Phe	His	Lys	Pro	Ser	Leu	Glu	His	Phe	Pro	
385					390					395					400	

TGT ATT AAA TTA GCT TAT CAA GCA GGT ATA AAA GGA AAC TTT TAT CCA	1248
Cys Ile Lys Leu Ala Tyr Gln Ala Glu Ile Lys Glu Asn Phe Tyr Pro	
405 410 415	
ACT GTA CTA AAT GCG TCA AAT GAA ATA GCT AAC AAC TTA TTT TTG AAT	1296
Thr Val Leu Asn Ala Ser Asn Glu Ile Ala Asn Asn Leu Phe Leu Asn	
420 425 430	
AAT AAA ATT AAA TAT TTT GAT ATT TCC TCT ATA ATA TCG CAA GTT CTT	1344
Asn Lys Ile Lys Tyr Phe Asp Ile Ser Ser Ile Ile Ser Gln Val Leu	
435 440 445	
GAA TCT TTC AAT TCT CAA AAG GTT TCG GAA AAT AGT GAA GAT TTA ATG	1392
Glu Ser Phe Asn Ser Gln Lys Val Ser Glu Asn Ser Glu Asp Leu Met	
450 455 460	
AAG CAA ATT CTA CAA ATA CAT TCT TGG GCC AAA GAT AAA GCT ACC GAT	1440
Lys Gln Ile Leu Gln Ile His Ser Trp Ala Lys Asp Lys Ala Thr Asp	
465 470 475 480	
ATA TAC AAC AAA CAT AAT TCT TCA TAG	1467
Ile Tyr Asn Lys His Asn Ser Ser	
485	

(2) ANGABEN ZU SEQUENZ ID NR: 2

Plasmodium Falciparum 1-Desoxy-D-Xylulose-5-phosphatsynthase(dxs)gen

(iii) SEQUENZKENNZEICHEN:

- (A) LÄNGE: 3872 BASENPAARE
- (B) ART: Nukleotidsequenz
- (C) STAMM: HB3

(iv) ART DES MOLEKÜLS: DNA

(v) URSPRÜNGLICHE HERKUNFT:

- (A) ORGANISMUS: Plasmodium falsiparum

(ix) MERKMAL

- (A) NAME/SCHLÜSSEL: mRNA

GEN=dxs

PRODUKT=1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphatsynthase

(ix) MERKMAL

(A) NAME/SCHLÜSSEL: Gen

(B) LAGE:1..3872

GEN=dxs

(ix) MERKMAL

(A) NAME/SCHLÜSSEL: CDS

GEN=dxs

FUNKTION: bei der Isopentenylidiphosphatbiosynthese beteiligt

Startcodon: 1

PRODUKT=1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphatsynthase

PROTEIN: 1205 Aminosäuren

ORGANISMUS: Plasmodium falciparum; (Apicomplexa)

STAMM: HB3

(xi) SEQUENZBESCHREIBUNG: SEQ ID NO:2

GGTAATATAC GTATAATATA TATATAATAT ATTCTTACGT ATGTATCATT TATGAATCAT 60

AATAATATTC TAAATTTACC TTCCGTTTTT GCTCGATCTT CTCATTTTCG TTTCAGCTTT 120

TATCA ATG ATT TTT AAT TAT GTG TTT TTT AAG AAC TTT GTA CCA GTT GTT 170  
 Met Ile Phe Asn Tyr Val Phe Phe Lys Asn Phe Val Pro Val Val  
 1 5 10 15

CTA TAC ATT CTC CTT ATA ATA TAT ATT AAC TTA AAT GGC ATG AAT AAT 218  
 Leu Tyr Ile Leu Leu Ile Ile Tyr Ile Asn Leu Asn Gly Met Asn Asn  
 20 25 30

AAA AAT CAA ATA AAA ACA GAA AAA ATT TAT ATA AAG AAA TTG AAT AGG 266  
 Lys Asn Gln Ile Lys Thr Glu Lys Ile Tyr Ile Lys Lys Leu Asn Arg  
 35 40 45

TTG TCA AGG AAA AAT TCG TTA TGT AGT TCT AAA AAT AAA ATA GCA TGC 314  
 Leu Ser Arg Lys Asn Ser Leu Cys Ser Ser Lys Asn Lys Ile Ala Cys  
 50 55 60

TTG TTC GAT ATA GGA AAT GAT GAT AAT AGA AAT ACG ACA TAT GGC TAT 362  
 Leu Phe Asp Ile Gly Asn Asp Asp Asn Arg Asn Thr Thr Tyr Gly Tyr  
 65 70 75

AAT GTG AAT GTT AAA AAT GAT GAT ATT AAT TCC TTA CTA AAA AAT AAT 410  
 Asn Val Asn Val Lys Asn Asp Asp Ile Asn Ser Leu Leu Lys Asn Asn  
 80 85 90 95

TAT AGT AAT AAA TTG TAC ATG GAT AAG AGG AAA AAT ATT AAT AAT GTA 458  
 Tyr Ser Asn Lys Leu Tyr Met Asp Lys Arg Lys Asn Ile Asn Asn Val  
 100 105 110



ATT AGT ACT AAT AAA ATA TCT GGG TCC ATT TCA AAT ATT TGT AGT AGA Ile Ser Thr Asn Lys Ile Ser Gly Ser Ile Ser Asn Ile Cys Ser Arg 115 120 125	506
AAT CAA AAA GAA AAT GAA CAA AAA AGA AAT AAA CAA AGA TGT TTA ACT Asn Gln Lys Glu Asn Glu Gln Lys Arg Asn Lys Gln Arg Cys Leu Thr 130 135 140	554
CAA TGT CAC ACT TAT AAT ATG TCA CAT GAA CAG GAC AAA CTA GCT AAT Gln Cys His Thr Tyr Asn Met Ser His Glu Gln Asp Lys Leu Ala Asn 145 150 155	602
GAT AAT AAT AGG AAT AAT AAA AAG AAT TTT AAT TTA TTA TTT ATA AAT Asp Asn Asn Arg Asn Asn Lys Lys Asn Phe Asn Leu Leu Phe Ile Asn 160 165 170 175	650
TAT TTT AAT TTG AAA CGA ATG AAA AAT TCT CTT CTA AAT AAA GAC AAT Tyr Phe Asn Leu Lys Arg Met Lys Asn Ser Leu Leu Asn Lys Asp Asn 180 185 190	698
TTC TTT TAC TGT AAA GAA AAA AAA TTG TCA TTT CTG CAT AAG GCC TAT Phe Phe Tyr Cys Lys Glu Lys Lys Leu Ser Phe Leu His Lys Ala Tyr 195 200 205	746
AAA AAA AAA AAT TGC ACT TTT CAA AAT TAT AGT TTA AAA AGA AAA TCT Lys Lys Lys Asn Cys Thr Phe Gln Asn Tyr Ser Leu Lys Arg Lys Ser 210 215 220	794
AAT CGT GAT TCA CAT AAA TTG TTT TCT GGA GAA TTT GAC GAT TAT ACA Asn Arg Asp Ser His Lys Leu Phe Ser Gly Glu Phe Asp Asp Tyr Thr 225 230 235	842
AAT AAT AAT GCT TTA TAT GAA TCC GAA AAA AAA GAA TAC ATT ACA CTA Asn Asn Asn Ala Leu Tyr Glu Ser Glu Lys Lys Glu Tyr Ile Thr Leu 240 245 250 255	890
AAT AAT AAT AAT AAA AAT AAT AAT AAT AAA AAT AAT GAT AAT AAA AAT Asn Asn Asn Asn Lys Asn Asn Asn Asn Lys Asn Asn Asp Asn Lys Asn 260 265 270	938
AAT GAT AAT AAT GAT TAT AAT AAT AAT AAT AGT TGT AAT AAT TTA GGA Asn Asp Asn Asn Asp Tyr Asn Asn Asn Asn Ser Cys Asn Asn Leu Gly 275 280 285	986
GAG AGA TCC AAT CAT TAT GAT AAT TAT GGT GGA GAT AAT AAT AAT CCA Glu Arg Ser Asn His Tyr Asp Asn Tyr Gly Gly Asp Asn Asn Asn Pro 290 295 300	1034
TGT AAT AAT AAT AAT GAC AAA TAT GAT ATA GGA AAA TAT TTC AAA CAG Cys Asn Asn Asn Asn Asp Lys Tyr Asp Ile Gly Lys Tyr Phe Lys Gln 305 310 315	1082

ATT AAT ACC TTT ATT AAT ATT GAT GAA TAT AAA ACT ATA TAT GGT GAT Ile Asn Thr Phe Ile Asn Ile Asp Glu Tyr Lys Thr Ile Tyr Gly Asp 320 325 330 335	1130
GAA ATA TAT AAA GAA ATA TAT GAA CTA TAT GTA GAA AGA AAT ATT CCT Glu Ile Tyr Lys Glu Ile Tyr Glu Leu Tyr Val Glu Arg Asn Ile Pro 340 345 350	1178
GAA TAT TAT GAA CGA AAA TAT TTT TCA GAA GAT ATT AAA AAG AGT GTC Glu Tyr Tyr Glu Arg Lys Tyr Phe Ser Glu Asp Ile Lys Lys Ser Val 355 360 365	1226
CTA TTT GAT ATA GAT AAA TAT AAT GAT GTC GAA TTT GAA AAA GCT ATA Leu Phe Asp Ile Asp Lys Tyr Asn Asp Val Glu Phe Glu Lys Ala Ile 370 375 380	1274
AAA GAA GAA TTT ATA AAT AAT GGA GTT TAT ATT AAT AAT ATA GAT AAT Lys Glu Glu Phe Ile Asn Asn Gly Val Tyr Ile Asn Asn Ile Asp Asn 385 390 395	1322
ACA TAT TAT AAA AAA GAA AAT ATT TTA ATA ATG AAA AAG ATA TTA CAT Thr Tyr Tyr Lys Lys Glu Asn Ile Leu Ile Met Lys Lys Ile Leu His 400 405 410 415	1370
TAT TTC CCA TTA TTA AAA TTA ATT AAT AAT CCA TCA GAT TTA AAA AAG Tyr Phe Pro Leu Leu Lys Leu Ile Asn Asn Pro Ser Asp Leu Lys Lys 420 425 430	1418
TTA AAA AAA CAA TAT TTA CCT TTA TTA GCA CAT GAA TTA AAA ATA TTT Leu Lys Lys Gln Tyr Leu Pro Leu Leu Ala His Glu Leu Lys Ile Phe 435 440 445	1466
TTA TTT TTT ATT GTA AAT ATA ACA GGA GGT CAT TTT TCC TCT GTT TTA Leu Phe Phe Ile Val Asn Ile Thr Gly Gly His Phe Ser Ser Val Leu 450 455 460	1514
AGC TCT TTA GAA ATT CAA TTA TTA TTA TTG TAT ATT TTT AAT CAA CCA Ser Ser Leu Glu Ile Gln Leu Leu Leu Leu Tyr Ile Phe Asn Gln Pro 465 470 475	1562
TAT GAT AAT GTT ATA TAT GAT ATA GGA CAT CAA GCA TAT GTA CAT AAG Tyr Asp Asn Val Ile Tyr Asp Ile Gly His Gln Ala Tyr Val His Lys 480 485 490 495	1610
ATA TTG ACC GGA AGA AAA CTA TTA TTT CTA TCA TTA AGA AAT AAA AAA Ile Leu Thr Gly Arg Lys Leu Leu Phe Leu Ser Leu Arg Asn Lys Lys 500 505 510	1658
GGT ATT AGT GGA TTC CTA AAT ATT TTT GAA AGT ATT TAT GAT AAA TTT Gly Ile Ser Gly Phe Leu Asn Ile Phe Glu Ser Ile Tyr Asp Lys Phe 515 520 525	1706

GGG GCT GGT CAC AGT TCC ACT TCA TTA AGT GCT ATA CAA GGA TAT TAT	1754
Gly Ala Gly His Ser Ser Thr Ser Leu Ser Ala Ile Gln Gly Tyr Tyr	
530 535 540	
GAA GCC GAG TGG CAA GTG AAG AAT AAA GAA AAA TAT GGA AAT GGA GAT	1802
Glu Ala Glu Trp Gln Val Lys Asn Lys Glu Lys Tyr Gly Asn Gly Asp	
545 550 555	
ATA GAA ATA AGT GAT AAC GCA AAT GTC ACG AAT AAT GAA AGG ATA TTT	1850
Ile Glu Ile Ser Asp Asn Ala Asn Val Thr Asn Asn Glu Arg Ile Phe	
560 565 570 575	
CAA AAA GGA ATA CAC AAT GAT AAT AAT ATT AAC AAT AAT ATT AAT AAT	1898
Gln Lys Gly Ile His Asn Asp Asn Asn Ile Asn Asn Asn Ile Asn Asn	
580 585 590	
AAT AAT TAT ATC AAT CCT TCA GAT GTG GTA GGA AGA GAA AAT ACG AAT	1946
Asn Asn Tyr Ile Asn Pro Ser Asp Val Val Gly Arg Glu Asn Thr Asn	
595 600 605	
GTA CCA AAT GTA CGA AAT GAT AAC CAT AAC GTG GAT AAA GTA CAC ATT	1994
Val Pro Asn Val Arg Asn Asp Asn His Asn Val Asp Lys Val His Ile	
610 615 620	
GCT ATT ATA GGA GAT GGT GGT TTA ACA GGT GGA ATG GCA TTA GAA GCG	2042
Ala Ile Ile Gly Asp Gly Gly Leu Thr Gly Gly Met Ala Leu Glu Ala	
625 630 635	
TTA AAT TAT ATT TCA TTC TTG AAT TCT AAA ATT TTA ATT ATT TAT AAT	2090
Leu Asn Tyr Ile Ser Phe Leu Asn Ser Lys Ile Leu Ile Ile Tyr Asn	
640 645 650 655	
GAT AAC GGA CAA GTT TCT TTA CCA ACA AAT GCC GTA AGT ATA TCA GGT	2138
Asp Asn Gly Gln Val Ser Leu Pro Thr Asn Ala Val Ser Ile Ser Gly	
660 665 670	
AAT AGA CCT ATA GGT TCT ATA TCA GAT CAT TTA CAT TAT TTT GTT TCT	2186
Asn Arg Pro Ile Gly Ser Ile Ser Asp His Leu His Tyr Phe Val Ser	
675 680 685	
AAT ATA GAA GCA AAT GCT GGT GAT AAT AAA TTA TCG AAA AAT GCA AAA	2234
Asn Ile Glu Ala Asn Ala Gly Asp Asn Lys Leu Ser Lys Asn Ala Lys	
690 695 700	
GAG AAT AAC ATT TTT GAA AAT TTG AAT TAT GAT TAT ATT GGT GTT GTG	2282
Glu Asn Asn Ile Phe Glu Asn Leu Asn Tyr Asp Tyr Ile Gly Val Val	
705 710 715	
AAT GGT AAT AAT ACA GAA GAG CTC TTT AAA GTA TTA AAT AAT ATA AAA	2330
Asn Gly Asn Asn Thr Glu Glu Leu Phe Lys Val Leu Asn Asn Ile Lys	
720 725 730 735	

GAA AAT AAA TTA AAA AGA GCT ACT GTT CTT CAT GTA CGT ACA AAA AAA	2378
Glu Asn Lys Leu Lys Arg Ala Thr Val Leu His Val Arg Thr Lys Lys	
740 745 750	
TCG AAT GAT TTT ATA AAT TCA AAG AGT CCA ATA AGT ATA TTG CAC TCT	2426
Ser Asn Asp Phe Ile Asn Ser Lys Ser Pro Ile Ser Ile Leu His Ser	
755 760 765	
ATA AAG AAA AAT GAG ATT TTC CCT TTC GAT ACC ACT ATA TTA AAT GGA	2474
Ile Lys Lys Asn Glu Ile Phe Pro Phe Asp Thr Thr Ile Leu Asn Gly	
770 775 780	
AAT ATT CAT AAG GAG AAC AAG ATA GAA GAA GAG AAA AAT GTG TCT TCA	2522
Asn Ile His Lys Glu Asn Lys Ile Glu Glu Glu Lys Asn Val Ser Ser	
785 790 795	
TCT ACA AAG TAT GAT GTA AAT AAT AAG AAT AAT AAA AAT AAT GAT AAT	2570
Ser Thr Lys Tyr Asp Val Asn Asn Lys Asn Asn Lys Asn Asn Asp Asn	
800 805 810 815	
AGT GAA ATT ATA AAA TAT GAA GAT ATG TTT TCA AAA GAG ACG TTC ACA	2618
Ser Glu Ile Ile Lys Tyr Glu Asp Met Phe Ser Lys Glu Thr Phe Thr	
820 825 830	
GAT ATA TAT ACA AAT GAA ATG TTA AAA TAT TTA AAG AAA GAT AGA AAT	2666
Asp Ile Tyr Thr Asn Glu Met Leu Lys Tyr Leu Lys Lys Asp Arg Asn	
835 840 845	
ATA ATA TTC CTA TCT CCC GCT ATG TTA GGA GGA TCA GGA TTG GTT AAA	2714
Ile Ile Phe Leu Ser Pro Ala Met Leu Gly Gly Ser Gly Leu Val Lys	
850 855 860	
ATT AGT GAG CGT TAT CCA AAT AAT GTA TAT GAT GTA GGT ATA GCA GAA	2762
Ile Ser Glu Arg Tyr Pro Asn Asn Val Tyr Asp Val Gly Ile Ala Glu	
865 870 875	
CAA CAT TCT GTA ACT TTC GCA GCA GCT ATG GCA ATG AAT AAG AAA TTA	2810
Gln His Ser Val Thr Phe Ala Ala Ala Met Ala Met Asn Lys Lys Leu	
880 885 890 895	
AAA ATA CAA TTA TGT ATA TAT TCG ACC TTT TTA CAA AGA GCA TAT GAT	2858
Lys Ile Gln Leu Cys Ile Tyr Ser Thr Phe Leu Gln Arg Ala Tyr Asp	
900 905 910	
CAA ATT ATA CAT GAT CTT AAT TTA CAA AAT ATA CCT TTA AAG GTT ATA	2906
Gln Ile Ile His Asp Leu Asn Leu Gln Asn Ile Pro Leu Lys Val Ile	
915 920 925	
ATT GGA AGA AGT GGA TTA GTA GGA GAG GAT GGG GCA ACA CAT CAA GGT	2954
Ile Gly Arg Ser Gly Leu Val Gly Glu Asp Gly Ala Thr His Gln Gly	
930 935 940	

ATA TAT GAT TTA TCT TAT CTT GGG ACA CTT AAC AAT GCA TAT ATA ATA Ile Tyr Asp Leu Ser Tyr Leu Gly Thr Leu Asn Asn Ala Tyr Ile Ile 945 950 955	3002
TCT CCA AGT AAT CAA GTT GAT TTG AAA AGA GCT CTT AGG TTT GCT TAT Ser Pro Ser Asn Gln Val Asp Leu Lys Arg Ala Leu Arg Phe Ala Tyr 960 965 970 975	3050
TTA GAT AAG GAC CAT TCT GTG TAT ATA CGT ATA CCC AGA ATG AAC ATA Leu Asp Lys Asp His Ser Val Tyr Ile Arg Ile Pro Arg Met Asn Ile 980 985 990	3098
TTA AGT GAT AAG TAC ATG AAA GGA TAT TTG AAC ATT CAT ATG AAA AAT Leu Ser Asp Lys Tyr Met Lys Gly Tyr Leu Asn Ile His Met Lys Asn 995 1000 1005	3146
GAG AGC AAA AAT ATC GAT GTA AAC GTG GAT ATA AAC GAT GAT GTA GAT Glu Ser Lys Asn Ile Asp Val Asn Val Asp Ile Asn Asp Asp Val Asp 1010 1015 1020	3194
AAA TAT AGT GAA GAA TAT ATG GAC GAT GAT AAT TTT ATA AAA TCG TTT Lys Tyr Ser Glu Glu Tyr Met Asp Asp Asp Asn Phe Ile Lys Ser Phe 1025 1030 1035	3242
ATT GGA AAA TCT AGA ATT ATT AAA ATG GAT AAT GAA AAT AAT AAT ACA Ile Gly Lys Ser Arg Ile Ile Lys Met Asp Asn Glu Asn Asn Asn Thr 1040 1045 1050 1055	3290
AAT GAA CAT TAT TCA AGC AGA GGA GAT ACA CAG ACA AAA AAA AAA AAA Asn Glu His Tyr Ser Ser Arg Gly Asp Thr Gln Thr Lys Lys Lys Lys 1060 1065 1070	3338
GTT TGT ATC TTT AAC ATG GGT AGT ATG CTT TTT AAT GTA ATT AAT GCT Val Cys Ile Phe Asn Met Gly Ser Met Leu Phe Asn Val Ile Asn Ala 1075 1080 1085	3386
ATA AAA GAA ATT GAA AAA GAA CAA TAT ATT TCA CAT AAT TAT TCT TTT Ile Lys Glu Ile Glu Lys Glu Gln Tyr Ile Ser His Asn Tyr Ser Phe 1090 1095 1100	3434
TCA ATT GTT GAT ATG ATA TTT TTA AAT CCT TTA GAT AAA AAT ATG ATA Ser Ile Val Asp Met Ile Phe Leu Asn Pro Leu Asp Lys Asn Met Ile 1105 1110 1115	3482
GAT CAT GTA ATA AAA CAA AAT AAA CAT CAA TAT TTA ATT ACT TAT GAA Asp His Val Ile Lys Gln Asn Lys His Gln Tyr Leu Ile Thr Tyr Glu 1120 1125 1130 1135	3530
GAT AAT ACT ATA GGT GGT TTT TCT ACA CAT TTC AAT AAT TAT TTA ATA Asp Asn Thr Ile Gly Gly Phe Ser Thr His Phe Asn Asn Tyr Leu Ile 1140 1145 1150	3578

GCTTTTTTTT TTTTTTTTTT AATTGTTATT TTTGTATAT 3872

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<b>(51) Internationale Patentklassifikation 6 :</b> <b>G01N 33/68, C12Q 1/527</b>		<b>A3</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/52938</b>
			<b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 21. Oktober 1999 (21.10.99)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP99/02463		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AU, BR, CA, CN, CZ, HU, ID, IL, IS, JP, KR, MX, NO, NZ, PL, SG, SK, TR, US, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
<b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 13. April 1999 (13.04.99)		<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
<b>(30) Prioritätsdaten:</b> 198 16 196.4      14. April 1998 (14.04.98)      DE 198 25 585.3      9. Juni 1998 (09.06.98)      DE 198 28 097.1      24. Juni 1998 (24.06.98)      DE 198 31 637.2      15. Juli 1998 (15.07.98)      DE 198 31 639.9      15. Juli 1998 (15.07.98)      DE 198 31 638.0      15. Juli 1998 (15.07.98)      DE 198 43 279.8      22. September 1998 (22.09.98)      DE			
<b>(71)(72) Anmelder und Erfinder:</b> HASSAN, Jomaa [DE/DE]; Breslauer Strasse 24, D-35398 Giessen (DE).		<b>(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts:</b> 9. Dezember 1999 (09.12.99)	
<b>(74) Anwalt:</b> PANTEN, Kirsten; Patentanwälte Reichel, Parkstrasse 13, D-60322 Frankfurt am Main (DE).			
<b>(54) Title:</b> IDENTIFICATION OF CHEMICAL ACTIVE AGENTS FOR INHIBITING THE 1-DESOXY-D-XYLULOSE-5-PHOSPHATE BIOSYNTHETIC PATHWAY IN PARASITES			
<b>(54) Bezeichnung:</b> IDENTIFIZIERUNG CHEMISCHER WIRKSTOFFE ZUR HEMMUNG DES 1-DESOXY-D-XYLULOSE-5-PHOSPHAT-BIOSYNTHESEWEGS IN PARASITEN			
<b>(57) Abstract</b> <p>The invention relates to a method for identifying chemical active agents which are suitable for treating infectious diseases caused by single- or multi-celled parasites. According to the method, proteins which form part of the 1-desoxy-d-xylulose-5-phosphate metabolic pathway or derivatives thereof which act in the same way are brought into contact with the active agents being tested for their effectiveness against parasites and those active agents which inhibit the proteins or their derivatives are selected. The invention also relates to the active agents which are identified and to their use for producing medicaments for treating parasitic infections.</p>			
<b>(57) Zusammenfassung</b> <p>Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Auffinden von chemischen Wirkstoffen, die zur Therapie von Infektionskrankheiten geeignet sind, die durch ein- oder mehrzellige Parasiten hervorgerufen werden. Bei diesem Verfahren werden Proteine, die am 1-Desoxy-D-xylulose-5-Phosphat-Stoffwechselweg beteiligt sind, oder deren gleichwirkende Derivate mit den auf ihre Wirksamkeit gegenüber Parasiten zu untersuchenden Wirkstoffen in Berührung gebracht und die Wirkstoffe, die die Proteine oder deren Derivate inhibieren, ausgewählt. Die Erfindung betrifft ferner die aufgefundenen Wirkstoffe zur Herstellung von Arzneimitteln gegen parasitäre Infektionen.</p>			

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No

PCT/EP 99/02463

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G01N33/68 C12Q1/527

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 C07K C12N G01N C12Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LANGE, B. MARKUS ET AL: "A family of transketolases that directs isoprenoid biosynthesis via a mevalonate-independent pathway" PROC. NATL. ACAD. SCI. U. S. A. (1998), 95(5), 2100-2104, XP002116672 last paragraph, second sentence. --/--	1-4, 9, 10, 12-15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 September 1999

Date of mailing of the international search report

12/10/1999

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040. Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hoekstra, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/JP 99/02463

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	LOIS, LUISA MARIA ET AL: "Cloning and characterization of a gene from Escherichia coli encoding a transketolase-like enzyme that catalyzes the synthesis of D-1-deoxyxylulose 5-phosphate, a common precursor for isoprenoid, thiamin, and pyridoxol biosynthesis" PROC. NATL. ACAD. SCI. U. S. A. (1998), 95(5), 2105-2110, XP002116673 abstract; figures 3,4 ---	4,9,10, 12-15
X	SPRENGER, GEORG A. ET AL: "Identification of a thiamin-dependent synthase in Escherichia coli required for the formation of the 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate precursor to isoprenoids, thiamin, and pyridoxol" PROC. NATL. ACAD. SCI. U. S. A. (1997), 94(24), 12857-12862, XP002116674 cited in the application the whole document ---	4,9,10, 12-15
X	D GREENWOOD: "Fosfomycin and fosmidomycin" ANTIBIOTICS AND CHEMOTHERAPY, 1997, pages 357-359 359, XP002113259 ISSN: 0570-3123 the whole document ---	30
E	DE 197 52 700 A (HOECHST SCHERING AGREVO GMBH) 2 June 1999 (1999-06-02)  the whole document & DE 298 00 547 U (HOECHST SCHERING AGREVO GMBH) 20 May 1999 (1999-05-20) the whole document ---	1-4,7, 9-15, 17-33
X	H C NEU ET AL: "Synergy of Fosmidomycin (FR-31564) and Other Antimicrobial Agents" ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY, vol. 22, no. 4, October 1982 (1982-10), pages 560-563 563, XP002113261 ISSN: 0066-4804 the whole document ---	25-33
X	H C NEU ET AL: "In Vitro and In Vivo Antibacterial Activity of FR-31564, a Phosphonic Acid Antimicrobial Agent" ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY, vol. 19, no. 6, June 1981 (1981-06), pages 1013-1023 1023, XP002113260 ISSN: 0066-4804 the whole document ---	25-33
	---	
	-/--	

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 99/02463

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
T	KUZUYAMA T ET AL: "Fosmidomycin, a Specific Inhibitor of 1-Deoxy-d-Xylulose 5-Phosphate Reductoisomerase in the Nonmevalonate Pathway for Terpenoid Biosynthesis" TETRAHEDRON LETTERS, vol. 39, no. 43, 22 October 1998 (1998-10-22), page 7913-7916 XP004137840 ISSN: 0040-4039 the whole document ---	5
T	KUZUYAMA, T. ET AL.: "Direct formation of 2-C-Methyl-D-Erythritol 4-phosphate from 1-Deoxy-D-Xylulose 5-phosphate Reductoisomerase, a new enzyme in the non-mevalonate pathway to isopentenyl diphosphate." TETRAHEDRON LETTERS, vol. 39, 1998, pages 4509-44512, XP002116675 cited in the application the whole document ---	5
A	PUTRA, S.R. ET AL.: "Incorporation of '2,3-' <sup>13</sup> C!- and '2,4-' <sup>13</sup> C!-D-1-Deoxyxylulose into ubiquinone of Escherichia coli via the Mevalonate-Independent pathway for Isoprenoid Biosynthesis." TETRAHEDRON LETTERS, vol. 39, 1998, pages 23-26, XP002116676 the whole document -----	1-33

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 99/02463

**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☒ Claims Nos.: 25-29  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
  
See supplemental sheet ADDITIONAL MATTER PCT/ISA/210
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continued from field I.2.

Claim nos.: 25-29

The relevant patent claims 25-29 relate to active agents which are each characterised by a desirable characteristic or property, namely that they are identified using a testing system in accordance with one of the previous claims. The active agents inhibit an enzyme of the 1-desoxy-D-xylulose-5-phosphate metabolic pathway. In the present case, the patent claims lack the appropriate support or the patent application lacks the necessary disclosure to the extent that a meaningful search with regard to the entire scope of protection sought seems impossible. Notwithstanding this, the patent claims also lack the clarity required by PCT Article 6 since they attempt to define the active agents by the desired result in each case. This lack of clarity is also such that it renders a meaningful search with regard to the entire scope of protection sought impossible. The search was therefore focussed on those parts of the patent claims which appear to be clear, supported or disclosed as defined above, that is, those parts concerning the active agents in Claim no. 30.

Continued from field I.2

Claim nos.: 25-29 (in part)

The relevant patent claims 25-29 relate to active agents which are each characterised by a desirable characteristic or property, namely that they are identified using a testing system in accordance with one of the previous claims. The active agents inhibit an enzyme of the 1-desoxy-D-xylulose-5-phosphate metabolic pathway. In the present case, the patent claims lack the appropriate support or the patent application lacks the necessary disclosure to the extent that a meaningful search with regard to the entire scope of protection sought seems impossible. Notwithstanding this, the patent claims also lack the clarity required by PCT Article 6 since they attempt to define the active agents by the desired result in each case. This lack of clarity is also such that it renders a meaningful search with regard to the entire scope of protection sought impossible. The search was therefore focussed on those parts of the patent claims which appear to be clear, supported or disclosed as defined above, that is, those parts concerning the active agents in Claim no. 30.

The applicant is advised that claims or parts of claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established cannot normally be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)). As a general rule, the EPO in its capacity as the authority entrusted with the task of carrying out an international preliminary examination will not conduct a preliminary examination for subjects in respect of which no search has been provided. This also applies to cases where the patent claims were amended after receipt of the international search report (PCT Article 19) or to cases where the applicant presents new patent claims in keeping with the procedure mentioned in PCT Chapter II.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

### tion on patent family members

**Original Application No**

101/EP 99/02463

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19752700 A	02-06-1999	DE 29800547 U JP 11169186 A	08-04-1999 29-06-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. Aktenzeichen

PC 99/02463

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 G01N33/68 C12Q1/527

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 C07K C12N G01N C12Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>LANGE, B. MARKUS ET AL: "A family of transketolases that directs isoprenoid biosynthesis via a mevalonate-independent pathway"</p> <p>PROC. NATL. ACAD. SCI. U. S. A. (1998), 95(5), 2100-2104, XP002116672</p> <p>Letzter Absatz, Zweiter Satz</p> <p style="text-align: center;">---</p> <p style="text-align: center;">-/--</p>	<p>1-4, 9, 10, 12-15</p>



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

29. September 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Hoekstra, S



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	LOIS, LUISA MARIA ET AL: "Cloning and characterization of a gene from Escherichia coli encoding a transketolase-like enzyme that catalyzes the synthesis of D-1-deoxyxylulose 5-phosphate, a common precursor for isoprenoid, thiamin, and pyridoxol biosynthesis" PROC. NATL. ACAD. SCI. U. S. A. (1998), 95(5), 2105-2110 , XP002116673 Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 ---	4,9,10, 12-15
X	SPRENGER, GEORG A. ET AL: "Identification of a thiamin-dependent synthase in Escherichia coli required for the formation of the 1-deoxy-D-xylulose 5-phosphate precursor to isoprenoids, thiamin, and pyridoxol" PROC. NATL. ACAD. SCI. U. S. A. (1997), 94(24), 12857-12862 , XP002116674 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	4,9,10, 12-15
X	D GREENWOOD: "Fosfomycin and fosmidomycin" ANTIBIOTICS AND CHEMOTHERAPY, 1997, Seiten 357-359 359, XP002113259 ISSN: 0570-3123 das ganze Dokument ---	30
E	DE 197 52 700 A (HOECHST SCHERING AGREVO GMBH) 2. Juni 1999 (1999-06-02)  das ganze Dokument & DE 298 00 547 U (HOECHST SCHERING AGREVO GMBH) 20. Mai 1999 (1999-05-20) das ganze Dokument ---	1-4,7, 9-15, 17-33
X	H C NEU ET AL: "Synergy of Fosmidomycin (FR-31564) and Other Antimicrobial Agents" ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY, Bd. 22, Nr. 4, Oktober 1982 (1982-10), Seiten 560-563 563, XP002113261 ISSN: 0066-4804 das ganze Dokument ---	25-33
X	H C NEU ET AL: "In Vitro and In Vivo Antibacterial Activity of FR-31564, a Phosphonic Acid Antimicrobial Agent" ANTIMICROBIAL AGENTS AND CHEMOTHERAPY, Bd. 19, Nr. 6, Juni 1981 (1981-06), Seiten 1013-1023 1023, XP002113260 ISSN: 0066-4804 das ganze Dokument ---	25-33
	---	
	-/--	

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
T	<p>KUZUYAMA T ET AL: "Fosmidomycin, a Specific Inhibitor of 1-Deoxy-d-Xylulose 5-Phosphate Reductoisomerase in the Nonmevalonate Pathway for Terpenoid Biosynthesis"</p> <p>TETRAHEDRON LETTERS, Bd. 39, Nr. 43, 22. Oktober 1998 (1998-10-22), Seite 7913-7916 XP004137840 ISSN: 0040-4039 das ganze Dokument</p> <p>---</p>	5
T	<p>KUZUYAMA, T. ET AL.: "Direct formation of 2-C-Methyl-D-Erythritol 4-phosphate from 1-Deoxy-D-Xylulose 5-phosphate Reductoisomerase, a new enzyme in the non-mevalonate pathway to isopentenyl diphosphate."</p> <p>TETRAHEDRON LETTERS, Bd. 39, 1998, Seiten 4509-44512, XP002116675 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument</p> <p>---</p>	5
A	<p>PUTRA, S.R. ET AL.: "Incorporation of '2,3-'<sup>13</sup>C!- and '2,4-'<sup>13</sup>C!-D-1-Deoxyxylulose into ubiquinone of Escherichia coli via the Mevalonate-Independent pathway for Isoprenoid Biosynthesis."</p> <p>TETRAHEDRON LETTERS, Bd. 39, 1998, Seiten 23-26, XP002116676 das ganze Dokument</p> <p>-----</p>	1-33

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr. weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☒ Ansprüche Nr. 25-29 weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich  
siehe Zusatzblatt WEITERE ANGABEN PCT/ISA/210
3. ☐ Ansprüche Nr. weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Fortsetzung von feld 1.2

Anssprüche Nr: 25-29

Die geltenden Patentansprüche 25-29 beziehen sich auf Wirkstoffe, jeweils charakterisiert durch eine erstrebenswerte Eigenheit oder Eigenschaft, nämlich dass sie unter Verwendung eines Testsystems nach einem der Vorherigen Ansprüche identifiziert wird. Das heisst dass die Wirkstoffe ein Enzym des 1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphat Stoffwechselwegs inhibiert. Im vorliegenden Fall fehlen den Patentansprüchen die entsprechende Stütze bzw. der Patentanmeldung die nötige Offenbarung in einem solchen Maße, daß eine sinnvolle Recherche über den gesamten erstrebten Schutzbereich unmöglich erscheint. Desungeachtet fehlt den Patentansprüchen auch die in Art. 6 PCT geforderte Klarheit, nachdem in ihnen versucht wird, die Wirkstoffe über das jeweils erstrebte Ergebnis zu definieren. Auch dieser Mangel an Klarheit ist dergestalt, daß er eine sinnvolle Recherche über den gesamten erstrebten Schutzbereich unmöglich macht. Daher wurde die Recherche auf die Teile der Patentansprüche gerichtet, welche im o.a. Sinne als klar, gestützt oder offenbart erscheinen, nämlich die Teile betreffend die Wirkstoffe des Anspruchs 30.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Fortsetzung von Feld I.2

Ansprüche Nr.: 25-29 (TEILWEISE)

Die geltenden Patentansprüche 25-29 beziehen sich auf Wirkstoffe, jeweils charakterisiert durch eine erstrebenswerte Eigenheit oder Eigenschaft, nämlich dass sie unter Verwendung eines Testsystems nach einer Vorherigen Ansprüche identifiziert wird. Das heisst dass die Wirkstoffe ein Enzym des 1-Desoxy-D-xylulose-5-phosphat Stoffwechselwegs inhibiert. Im vorliegenden Fall fehlen den Patentansprüchen die entsprechende Stütze bzw. der Patentanmeldung die nötige Offenbarung in einem solchen Maße, daß eine sinnvolle Recherche über den gesamten erstrebten Schutzbereich unmöglich erscheint. Desungeachtet fehlt den Patentansprüchen auch die in Art. 6 PCT geforderte Klarheit, nachdem in ihnen versucht wird, die Wirkstoffe über das jeweils erstrebte Ergebnis zu definieren. Auch dieser Mangel an Klarheit ist dergestalt, daß er eine sinnvolle Recherche über den gesamten erstrebten Schutzbereich unmöglich macht. Daher wurde die Recherche auf die Teile der Patentansprüche gerichtet, welche im o.a. Sinne als klar, gestützt oder offenbart erscheinen, nämlich die Teile betreffend die Wirkstoffe des Anspruchs 30.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, daß Patentansprüche, oder Teile von Patentansprüchen, auf Erfindungen, für die kein internationaler Recherchenbericht erstellt wurde, normalerweise nicht Gegenstand einer internationalen vorläufigen Prüfung sein können (Regel 66.1(e) PCT). In seiner Eigenschaft als mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde wird das EPA also in der Regel keine vorläufige Prüfung für Gegenstände durchführen, zu denen keine Recherche vorliegt. Dies gilt auch für den Fall, daß die Patentansprüche nach Erhalt des internationalen Recherchenberichtes geändert wurden (Art. 19 PCT), oder für den Fall, daß der Anmelder im Zuge des Verfahrens gemäß Kapitel II PCT neue Patentansprüche vorlegt.

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung: ... der selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PC 99/02463

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19752700 A	02-06-1999	DE 29800547 U	08-04-1999
		JP 11169186 A	29-06-1999
-----			